Elektronica en Telecommunicatie 10

Gemeenschappelijke publikatie van de
Sectie voor Telecommunicatietechniek van het K.I.v.I. en het
Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap.

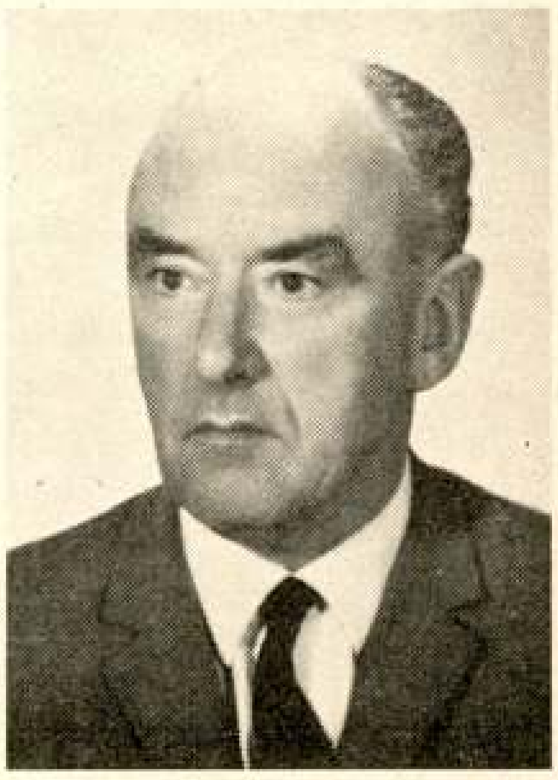
Redactie-adres: Prinsessegracht 23, Den Haag.

Radiostoringen [1])

621.391.82:351.817:341.24

I. De internationale samenwerking in het radiostoringsonderzoek en de radiostoringsbestrijding [2])

door dr. F. L. Stumpers, Natuurkundig Laboratorium, N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven



Summary: *The international co-operation on radio interference research and radio interference abatement.* A survey is given of the history of the International Special Committee on Radio Interference. Its terms of reference and its structure are sketched. The most important Recommendations in different domains are given. The expectation is justified, that with the growth of larger economic communities, these Recommendations will form the base of a unified international legislation on radio interference.

1. Historisch Overzicht

In de jaren tussen 1925 en 1935 heeft zich een grote ontwikkeling in de radio-omroep en de radio-ontvangst voorgedaan. Eerst was men tevreden met de curieuze mogelijkheid gebeurtenissen van veraf direct te volgen, maar geleidelijk aan werd de akoestische kwaliteit van ontvangers en luidsprekers beter, zodat een betere programmaverzorging zinvol werd en bijv. het Concertgebouworkest zijn medewerking wilde verlenen. Men bemerkte toen echter ook, dat allerlei storingen zich meestal via de elektrische leidingen voortplantten en de ontvangst ongunstig beïnvloedden. Verschillende internationale organisaties vroegen zich af, wat hieraan gedaan kon worden.

In 1930 kwamen vertegenwoordigers van deze organisaties bijeen in Parijs. Men was het er spoedig over eens, dat uniforme meetmethoden en eenheid in de vaststelling van de grenzen voor toelaatbare storingen een belangrijk doel vormden. Men wilde dit echter niet geheel aan het C.E.I. (Commission Electrotechnique Internationale) overlaten, omdat men dit als een industriële organisatie beschouwde. Daarom beval de conferentie de vorming van een gemengde commissie aan, waarin C.E.I. en de Union Internationale de Radiodiffusion vertegenwoordigd zouden zijn, alsmede andere belanghebbende organisaties. Dit besluit werd aanvaard en in 1934 vond de eerste vergadering van het Comité International Spécial des Perturbations Radiophoniques, kort C.I.S.P.R., in Parijs plaats. Sir Clifford Paterson, die in Engeland al voorzitter was van een radiostoringscommissie van het Institute of Electrical Engineers, werd tot voorzitter gekozen. De aanwezigen kwamen deels onder auspiciën van nationale afdelingen van het Internationaal Electrotechnisch Comité, deels uit kringen van de radio-omroep, deels van grote elektrische energieproducenten of -verbruikers. België, Duitsland, Frankrijk, Engeland, Nederland en Italië waren vertegenwoordigd. Aan Nederlandse zijde vertegenwoordigde de heer Emmerik een regeringscommissie en de latere hoogleraren Van der Pol en De Zoete de radio-industrie en de elektriciteitsbedrijven.

Een deel van het comité, onder voorzitterschap van Van der Pol, houdt zich bezig met meetmethoden, en het ontwerpen van meetinstrumenten. Een ander deel tracht overeenstemming te bereiken over de veldsterkten, die beschermd moeten worden (men wordt het eens over 1mV/m als richtlijn) en over de maximaal toelaatbare storingen.

Acht vergaderingen worden gehouden tot juli 1939. De heer Braillard van de Internationale Radio Unie treedt als voorzitter op. Men wordt het eens over het C.I.S.P.R.-delta-netwerk, dat zowel de asymmetrische als de symmetrische component van de storing op het net meet. Men ondervindt ook, dat storingen, zelfs van eenzelfde apparaat een veranderlijke grootheid zijn. De rondzending van een collectormotor om metingen op diverse plaatsen te vergelijken, is geen succes. Men besluit, om de eenheid zoveel mogelijk te bevorderen, dat het Belgisch Nationale Comité voor de fabricage van een aantal identieke ontvangers zal zorgen. Over de karakteristieken van deze ontvanger, die een bereik heeft van 150-300 kHz en een van 550-1500 kHz, dus typisch dat van de radio-omroep, is men het eens geworden.

[1]) Voordrachten gehouden voor het NERG tijdens 195e werkvergadering op 26 januari 1968 te Leidschendam.
[2]) Manuscript ontvangen 12 april 1968.

Door een geschikte keuze van de tijdconstanten van een quasipiek-ontvanger bereikt men een zekere overeenstemming tussen de uitslag van de meter en de hinderlijkheid voor de luisteraar.

De Belgen hebben een eerste model gemaakt en nog voor de oorlog worden een aantal replieken hiervan aan verschillende landen gedistribueerd om ervaring op te doen. Men zou over deze ervaringen van gedachten wisselen in januari 1940 in Zwitserland. De omstandigheden maakten een langdurig uitstel nodig. Toen men in Londen in november 1946 weer bijeenkwam, was men op dit gebied nog niet veel verder gevorderd.

Na de oorlog treedt Dr. Whitehead tot 1953 als voorzitter op. Na zijn overlijden wordt hij opgevolgd door Mr. Humphreys. Hoewel zelf geen expert op radiostoringsgebied heeft Mr. Humphreys, directeur van de Engelse G.E.C., door zijn talenten als organisator de C.I.S.P.R. enorm vooruit geholpen en in staat gesteld de moderne ontwikkelingen op de voet te volgen. Het werd immers spoedig duidelijk, dat naast storingen op de gewone lange- en middengolf-omroep, ook storingen op de korte golf vermeden moesten worden. Daarna kwamen televisie en frequentie-modulatie-omroep met hun eigen eisen. Bovendien kwam men al spoedig tot het inzicht, dat bescherming van de niet-omroepbanden tegen storingen van minstens even vitaal belang kon zijn. Met instemming van de vertegenwoordigers van het C.C.I.R. (Comité Consultatif International Radio), het adviserend orgaan voor radiozaken van de Internationale Telecommunicatie Unie, werden de aanbevelingen voor limieten steeds voor brede frequentiebanden aangenomen, in vele gevallen reeds van 150 kHz tot 1000 MHz.

Tot de sfeer van goede samenwerking heeft zeker bijgedragen, dat twee van de oprichters van het C.I.S.P.R., prof. Van der Pol en Mr. Hayes, later directeur van het C.C.I.R. werden.

2. Leden van C.I.S.P.R.

Volgens de statuten zijn alle nationale comités van het I.E.C. lid van het C.I.S.P.R., voorts de Internationale Omroep Unie (O.I.R.), de Europese Unie (E.B.U.), de Internationale Conferentie over Grote Elektrische Systemen (C.I.G.R.E.), de Internationale Unie van Producenten en Distributeurs van Elektrische Energie (U.N.I.P.E.D.E.), de Internationale Unie van Spoorwegen (U.I.C.), de Internationale Unie voor Openbaar Vervoer (U.I.T.P.), de Internationale Commissie voor regels voor de goedkeuring van elektrische apparaten (C.E.E.). Bovendien zendt C.C.I.R. waarnemers naar de vergaderingen van het C.I.S.P.R. en naar die van het C.I.S.P.R.-bestuur. Omgekeerd wordt het C.I.S.P.R. door waarnemers vertegenwoordigd bij de C.C.I.R.-vergaderingen, waarin onderwerpen ter sprake komen, die voor C.I.S.P.R. van belang zijn. (De leden zijn hier opgegeven in overeenstemming met de thans nog geldige, in 1958 aanvaarde statuten.)

3. Doel van het C.I.S.P.R.

Het doel van het C.I.S.P.R. is het bevorderen van het tot stand komen van internationale overeenkomsten over meetmethoden en meetinstrumenten en over de grenzen waarbinnen de storing toelaatbaar geacht kan worden. Het heeft daarbij als primaire oogmerken een goede ontvangst van radio- en televisie-uitzendingen te waarborgen en de internationale handel te vergemakkelijken.

Volgens de 'terms of reference' wordt met het C.C.I.R. samengewerkt, speciaal ook waar het de bescherming van andere diensten tegen radiostoringen aangaat. Het C.C.I.R. krijgt ook een rapport over alle studies van het C.I.S.P.R., die voor het C.C.I.R. interessant zouden kunnen zijn. De onderlinge storing van zenders behoort niet tot de onderwerpen, die het C.I.S.P.R. bestudeert. Dit is uitdrukkelijk aan het C.C.I.R. voorbehouden.

Met andere internationale organisaties, die in de bestrijding van radiostoringen geïnteresseerd zijn, zal worden samengewerkt. Men kan hierbij zowel denken aan internationale organisaties op een bepaald vakgebied, als aan Gemeenschappelijke Markt organisaties, die zich speciaal met radiostoringen bezighouden.

4. Structuur van het C.I.S.P.R.

Eenmaal in de drie jaar houdt het C.I.S.P.R. een plenaire vergadering. Dit orgaan, waarin alle leden één stem uitbrengen, benoemt de voorzitter, de voorzitters van de subcomités en de voorzitters van de werkgroepen. De aanbevelingen, rapporten en studievragen worden eraan ter goedkeuring voorgelegd. Specificaties voor meetinstrumenten en meetmethoden worden meestal rondgezonden, en goedgekeurd, tenzij binnen zes maanden blijkt, dat er onvoldoende overeenstemming bestaat.

De voorzitter van het C.I.S.P.R. wordt voor een periode van zes jaar gekozen en kan daarna nog voor een verdere periode van zes jaar worden herbenoemd. Mr. Humphreys heeft het voorzitterschap bekleed tot 1961. Hij werd opgevolgd door prof. Morren (België), die reeds betrokken was bij de constructie van de eerste C.I.S.P.R.-ontvangers en later jarenlang voorzitter was van Subcomité B (Metingen). Deze trok zich in 1967 terug. De plenaire vergadering benoemde mij vervolgens tot voorzitter.

Tijdens een plenaire vergadering worden alle voorstellen op het gebied van limieten (grenzen, waarbinnen de storing toelaatbaar wordt geacht) bestudeerd door Subcomité A. Alle voorstellen op het gebied van meetinstrumenten en meetmethoden gaan naar Subcomité B en alle voorstellen, waarbij ontstoring invloed op de veiligheid zou kunnen hebben, naar Subcomité C.

De voorzitter wordt bijgestaan door een bestuur: het Steering Committee. Dit heeft de voorstellen, die uit de werkgroepen naar de Subcomités komen, meestal reeds gezien en goedgekeurd.

Verder is het C.I.S.P.R. onderverdeeld in negen werkgroepen:

Werkgroep 1 behandelt meetinstrumenten en algemene aspecten van meetmethoden. Bijzondere meetmethoden voor een bepaald doel vallen in het domein van de direct erbij betrokken werkgroep.

Werkgroep 2 behandelt industriële, wetenschappelijke en medische apparatuur, voor de goede werking waarvan de produktie en het gebruik voor hoogfrequente energie nodig is.

Werkgroep 3 behandelt hoogspanningslijnen en de daarbij behorende apparatuur.

Werkgroep 4 behandelt storingen veroorzaakt door ontstekingsmotoren.

Werkgroep 5 behandelt storingen veroorzaakt door radio- en televisie-ontvangers en ook de gevoeligheid van deze ontvangers voor storingen.

Werkgroep 6 behandelt storingen veroorzaakt door huishoudelijke apparaten en gasontladingen.

Werkgroep 7 behandelt veiligheidsaspecten van ontstoringsmaatregelen.

Werkgroep 8 behandelt statistische problemen, zoals die kunnen rijzen bij produktie in grote aantallen, wanneer het onmogelijk is elk produkt afzonderlijk te controleren.

Werkgroep 9 behandelt terminologie.

De werkgroepen komen meestal eenmaal per jaar bijeen, om de voortgang van het werk in de diverse takken van het C.I.S.P.R. te volgen en te stimuleren. De tegenwoordige structuur kwam grotendeels onder Mr. Humphreys tot stand.

5. Bereikte resultaten

In het algemeen geeft het C.I.S.P.R. de voorkeur aan de zgn. quasi-piek-meter. De uitslag van deze meter komt enigszins overeen met de subjectieve hinderlijkheid, zowel voor geluid als voor televisie. Van 150 kHz tot 1000 MHz is de quasi-piek-meter in drie stappen gespecificeerd. Voor laagfrequent werk en van 15 tot 150 kHz zijn de ontwerpen in een vergevorderd stadium. Daarnaast zijn meters gespecificeerd voor verschillende frequentiebereiken, die de effectieve waarde, de gemiddelde waarde of de topwaarde aangeven.

Voor industriële, medische en wetenschappelijke apparatuur staan de meetmethoden en de toelaatbare storing, zowel op de leiding als door straling, goeddeels vast. Van 150 kHz tot 1000 MHz heeft men overeenstemming bereikt. Voor hoogspanningslijnen heeft men wel enkele meetmethoden, maar nog geen limieten.

Voor ontstekingsstoringen (auto's, motoren, bromfietsen) is men het reeds geruime tijd eens over meetmethode en limieten van 30 tot 250 MHz. Verdere voorstellen zijn in discussie. Hier is de kans op internationale overeenstemming tussen de wetgevers ook groot.

Voor radio- en televisie-ontvangers heeft de C.I.S.P.R. de meetmethoden van Technische Commissie XII van het I.E.C. over kunnen nemen. De stoorgrenzen tussen 150 kHz en 1000 MHz zijn ook overeengekomen. In Denemarken en Luxemburg zijn deze eisen reeds in de wet opgenomen, terwijl Zwitserland en Italië zullen volgen. De stralingseisen liggen in het algemeen goed ten opzichte van de diverse nationale wetten. Voor de storing op het net willen de landen, die geen directe interesse in de lange golf hebben, nog wel eens ruimere limieten toelaten en een andere meetmethode volgen (V- in plaats van Δ-netwerk).

Voor huishoudelijke apparaten is men het wat de meetmethode betreft reeds goeddeels eens. Voor kleine motoren ligt de op het net toelaatbare storing ook vast. Deze is door het C.E.E. in de keuringseisen opgenomen. Wat betreft knakstoringen, is men het eens over de stoorgrens bij sommige geprogrammeerde machines, zoals was- en afwasmachines. De meetmethode voor de wijze waarop een TL-armatuur de storing verzwakt is ook overeengekomen. De stoorgrenzen leveren nog moeilijkheden.

Bij de veiligheidseisen kijkt C.I.S.P.R. veelal naar C.E.E. De ontstoring van zgn. dubbel geïsoleerde machines is wel een punt van discussie geweest, maar men heeft besloten toch geen condensatoren aan te brengen die de dubbele isolatie in gevaar zouden kunnen brengen, zelfs niet als ze aan speciale eisen voldoen.

Voor produkten, die op grote schaal gefabriceerd worden, en dus niet ieder afzonderlijk kunnen worden gecontroleerd, is een statistische controlemethode overeengekomen.

De I.E.C.-vocabulaire zal binnenkort uitgebreid worden met een lijst van storingstermen. De Nationale Comités zullen zich hierover zes maanden kunnen beraden.

6. De weg naar nationale en internationale wettelijke regelingen

De Nationale Comités van het I.E.C. krijgen alle aangenomen aanbevelingen toegezonden met het verzoek hun nationale wetgevende lichamen te bewegen, deze aanbeveling in hun wettelijke maatregelen op te nemen. De C.C.I.R. heeft de waarde van het werk van de C.I.S.P.R. in diverse aanbevelingen erkend.

In het bijzonder werd in Aanbeveling 433 met algemene stemmen aanbevolen dat, voor zover dat mogelijk is, de Administraties rekening houden met de aanbevelingen, rapporten en publikaties van het C.I.S.P.R. en dat nationale reglementen betreffende radiostoringsonderdrukking gebaseerd dienen te zijn op de meetmethoden en meetinstrumenten beschreven in C.I.S.P.R.-documenten.

Natuurlijk is het overbrengen van C.I.S.P.R.-aanbevelingen in de nationale wetgeving niet altijd een gemakkelijke taak. De wetgever heeft tijd nodig, moet met allerlei belangen rekening houden en wordt soms ook beïnvloed door de wens nationaal gevonden meetmethoden in de eigen wetten op te nemen. In grote kringen, zoals EEG en EFTA bestaat echter wel het inzicht, dat nationale variaties in storingswetgeving de handelsbelemmeringen weer binnenhalen, die men op andere wijze tracht uit te bannen. Men mag daarom verwachten dat uniforme internationale regelingen voor storings- en meetmethoden en storingsgrenzen, gebaseerd op de aanbevelingen van het C.I.S.P.R., tot de binnen afzienbare tijd te verwezenlijken idealen behoren.

II. Meetmethoden voor radiostoringen [1])

621.391.82:621.317.74

door ir. F. Möhring, Physisch Laboratorium RVO-TNO, Den Haag



Summary: *Methods for the measurement of radio interference.*
A simplified description is given of the propagation of radio interference voltages and fields from the source to receiving equipment around. Some important characteristics of interference measuring equipment are discussed. Details are given of artificial-mains networks for the measurement of radio interference voltages.

A survey is given of methods currently in use for measuring the radio interference of various categories of equipment.

[1]) Manuscript ontvangen 29 februari 1968.

1. Inleiding

In het hiernavolgende zal onder radiostoring worden verstaan de zgn. 'man-made interference', d.i. de storing in de radio- of TV-ontvangst die van niet-natuurlijke oorsprong is. Achtereenvolgens zal worden stilgestaan bij:

- de grondvormen van radiostoring,
- de uitbreiding van radiostoringen,
- de meetapparatuur met bijbehorende hulpapparatuur en
- enkele meetopstellingen.

2. Grondvormen van radiostoring

Deze zijn in fig. 1 weergegeven, tezamen met één of twee karakteristieke bronnen.

De *draaggolfstoring* ('CW interference') is een zgn. smalbandstoring. Het storende signaal kan ongemoduleerd zijn (bijv. de lokale oscillator van superheterodyne-ontvangers) of met 50 of 100 Hz gemoduleerd zijn (diathermie-apparaten, hoogfrequentverhittingsovens). Onder sommige omstandigheden kunnen ook de signalen van telefonie- of telegrafiezenders radiostoring van deze aard veroorzaken.

De *impulsstoring* is daarentegen een breedbandstoring, d.w.z. zij is waarneembaar over een groot en continu frequentiegebied. De spectrale intensiteit neemt met toenemende frequentie geleidelijk af. Hoe korter de impulsduur, hoe verder zich het frequentiespectrum, waarin de storing waarneembaar is, zal uitstrekken.[2])

De grensfrequentie ligt bij $1/\delta$, als δ de impulsduur in seconden is. Bijvoorbeeld: voor $\delta = 10^{-9}$ s = 1 ns is de grensfrequentie 1000 MHz.

Een voorbeeld van impulsstoring is de radiostoring veroorzaakt door de ontstekingsinrichting van motorvoertuigen, die waarneembaar is tot 500 à 1000 MHz.

Een nuttige toepassing van impulsreeksen vindt men in de zgn. impulsgeneratoren, die voor de ijking van storingsmeetontvangers wordt gebruikt (zie 4.1).

[2]) De spectrale intensiteit E', in volts per hertz bandbreedte, van een rechthoekige impuls met een amplitude E en een duur δ bedraagt bij een frequentie f:

$$E' = 2E\cdot\delta\cdot\sin\pi\,\delta f/\pi\,\delta f$$

$E' = 2E\delta$ voor $f \ll 1/\delta$ en $E' = 0$ voor $f = 1/\delta, 2/\delta, 3/\delta$, enz. Het eerste en belangrijke deel van het spectrum ligt tussen $f = 0$ en $f = 1/\delta$.

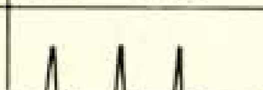
		HF – karakter	typische bronnen
1	draaggolf		ontvangers
			diathermie apparaten HF – ovens
2	impulsreeks		motorvoertuigen
3	ruis		hoogspanningslijnen (corona)
4	impulsruis		collectormotoren

Fig. 1. Grondvormen van radiostoring.

De *ruis*, veelal een radiostoring van natuurlijke oorsprong (atmosferische ruis, kosmische ruis, ruis in ontvangers en versterkers) kan ook niet-natuurlijke oorzaken hebben. Een voorbeeld is de coronastoring van hoogspanningslijnen. In zeer veel gevallen is ruis als breedbandstoring te beschouwen.

De zgn. *impulsruis* is op te vatten als een combinatie van impulsreeksen en ruis. Een kenmerkende bron is de collector van elektromotoren. De ruis wordt daarbij veroorzaakt door de variërende overgangsweerstand tussen borstel en lamellen. De min of meer regelmatig terugkerende impulsen, vaak weer samengesteld uit series impulsen, zijn het gevolg van de overgang van de borstel(s) van de ene lamel op de andere. De impulsruis dient in de meeste gevallen als breedbandstoring opgevat te worden.

3. Uitbreiding van radiostoringen

Deze is schematisch in fig. 2 weergegeven. Het chassis of de metalen opbouw van het storende apparaat kan men vervangen denken door een metalen doos, van waaruit de twee aansluitdraden naar het voedingsnet naar buiten komen. Hoe de stoorspanningen op deze leidingen terechtkomen, wordt geheel bepaald door de inwendige opstelling van onderdelen en door de bedrading. Vaak speelt daarin de nettransformator of de statorwikkeling (in het geval van een elektromotor) een rol.

De aarding van de doos is vaak afwezig of, indien aanwezig – bijv. in de vorm van een zgn. randaardeleiding – uit een hoogfrequent oogpunt gebrekkig. In ieder geval is aanwezig de capaciteit C_a tegen aarde. Apparaten met een sterk afschermende metalen opbouw, zoals elektromotoren, kunnen heel geschikt worden weergegeven door een geheel gesloten doos.

Andere apparaten, waarin strooivelden naar aarde optreden als gevolg van een ruime opbouw, onvolledige afscherming of uitwendige elektroden, kan men voorstellen door een doos waaruit een fictieve antenne steekt, die een bepaalde capaciteit tegen aarde heeft. Tot deze categorie behoren diathermie-apparaten, HF-verhittingsovens, stralende ontvangers.

Het netwerk $Z_1Z_2Z_{12}$ in fig. 2 stelt de HF-vervanging voor van het plaatselijke voedingsnet, gezien vanuit het storende toestel. Beïnvloeding van een ontvanger gebeurt in het frequentiegebied tot 30 MHz meestal door de capacitieve koppeling van de antenne van de ontvanger met de beide draden 1 en 2, die zich in een voedingsnet uiteraard talrijke malen vertakken, waardoor een aanzienlijke koppeling tot stand kan komen. Capacitieve koppeling van de antenne met het apparaat zelf wordt meestal pas van belang, als de ontvanger zich op korte afstand (bijv. binnen enkele m) bevindt.

In fig. 3 is weergegeven hoe men de stoorspanningen V_1 en V_2 kan ontbinden in een asymmetrische stoorspanning V_a en een symmetrische stoorspanning V_s. V_a is de complexe gemiddelde spanning van de leidingen 1 en 2 tegen aarde. V_s is de complexe verschilspanning tussen 1 en 2.

Bevinden zich de leidingen 1 en 2, zoals in de praktijk dikwijls het geval is, dicht bij elkaar, dan zal in fig. 2 alleen V_a in de antenne van de ontvanger een stoorsignaal kunnen induceren. Daarbij komt dat de spanning V_s in het algemeen gemakkelijk op te heffen is door tussen 1 en 2 een condensator aan te brengen. Vaak is een dergelijke parallelcapaciteit al aanwezig en wel als de eigencapaciteit van de primaire wikkeling van de nettransformator of van de stator of als parallelcapaciteit tussen de draden 1 en 2 (C_{12} in fig. 2).

We nemen daarom voor onze verdere schematische beschouwing aan dat we wat de storingsuitbreiding betreft alleen te

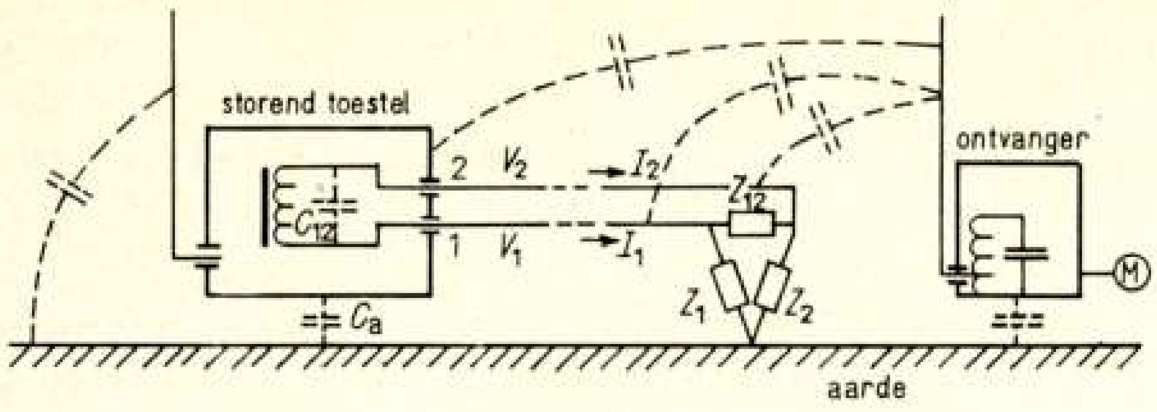


Fig. 2. Uitbreiding van radiostoring beneden 30 MHz.

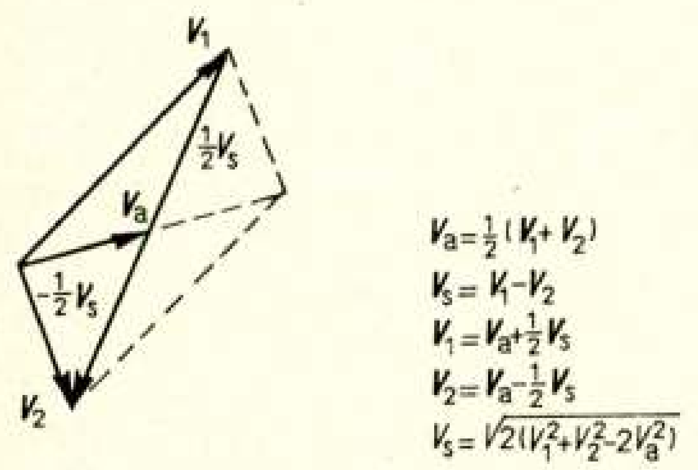


Fig. 3. Asymmetrische en symmetrische stoorspanning.

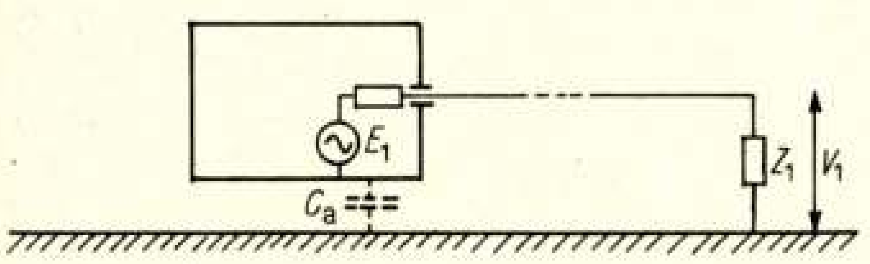


Fig. 4. Uitbreiding door voortgeleiding alleen.

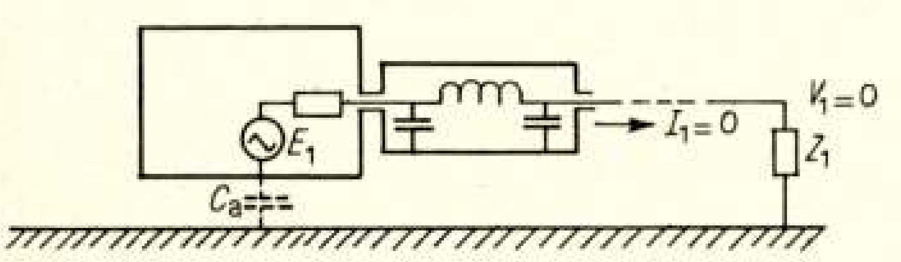


Fig. 5. Effect van een laag-doorlaatfilter.

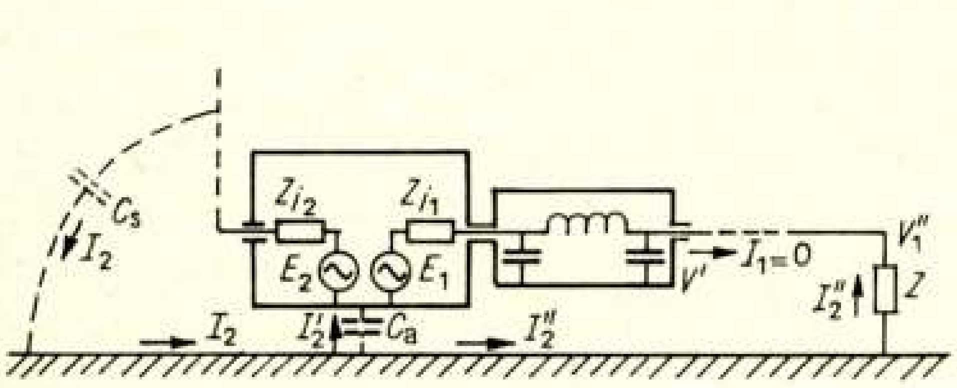


Fig. 6. Uitbreiding door straling alleen.

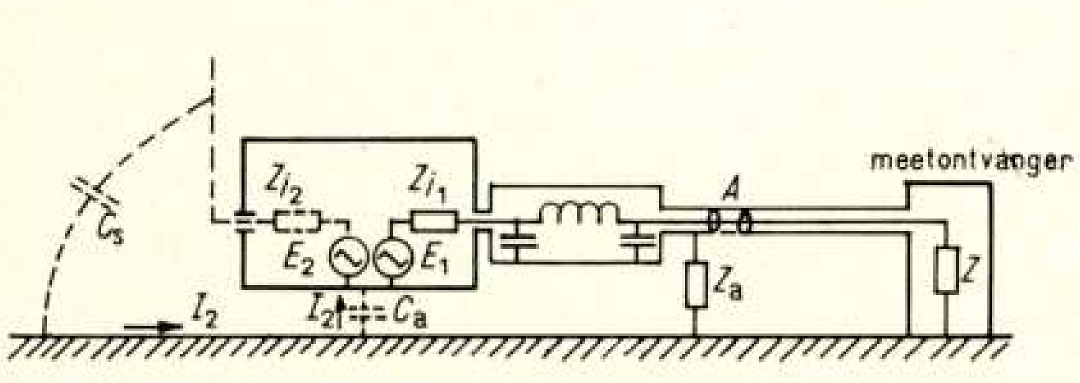


Fig. 7. Bepaling van voortgeleiding en straling d.m.v. een spanningsmeting.

maken hebben met V_a. De leidingen 1 en 2 kunnen nu door één leiding vervangen worden.

In fig. 4 is het vervangingsschema voor een niet of weinig stralend toestel weergegeven (bijv. elektromotor). De storing wordt overgebracht door voortgeleiding (conduction, conducted emission). De stoorspanning V_1 ondervindt bij frequenties rond 100 kHz zeer weinig demping en kan over afstanden van honderden m of zelfs km worden overgebracht. De demping neemt toe met de frequentie en is bij ongeveer 30 MHz zo groot geworden, dat dan meestal slechts het eerste stuk van de aansluitkabel als storingdragend moet worden beschouwd. Kenmerkend voor radiostoring door voortgeleiding is, dat V_1, en daarmee de storing in naburige ontvangers, groter is naarmate men het storende apparaat beter aardt!

In fig. 5 is weergegeven hoe men de voortgeleiding kan opheffen met een laag-doorlaatfilter, dat in principe alle frequenties boven de netfrequentie tegenhoudt. De retourstromen vinden hun weg via de binnenkant van de filterkast en het chassis. De naar buitentredende stoorstroom I_1 is nul geworden. Aarding van het storende toestel is uit storingsoogpunt van geen belang.

Wanneer de afscherming niet volkomen is treden strooivelden naar buiten (fig. 6). De stroom I_2 via de strooicapaciteit C_s naar aarde heeft een retourstroom, die uit twee componenten I_2' en I_2'' bestaat. Ook bij toepassing van een ideaalfilter ontstaat nu op de leiding een stoorspanning V_1'' t.o.v. aarde. Het chassis komt op een spanning V_1' t.o.v. aarde. Indien een filter aanwezig is, zullen de filtercondensatoren een hoogfrequent kortsluiting veroorzaken tussen de leiding en het chassis. In dat geval is $V_1' = V_1''$. Men noemt deze wijze van storingsoverdracht straling[3]) ('radiation', 'radiated emission'). Kenmerkend voor straling is, dat het effect minder wordt, naarmate het storende apparaat beter geaard wordt.

In de praktijk kunnen. vooral bij onvolkomen afscherming en filtering, beide vormen van uitbreiding gecombineerd voorkomen. Vaak zijn E_1 en E_2 afkomstig van dezelfde bron. Als gevolg van het met de frequentie verlopende faseverschil tussen I_1 en I_2'' kan de spanning V_1'' sterk met de frequentie variëren.

In fig. 7 is weergegeven, hoe men met een storingsmeetontvanger met een ingangsimpedantie Z en voorzien van een afgeschermde ingangskabel, het voortgeleidingseffect apart kan meten, door op de plaats A beide mantels te verbinden. I_2'' is dan nul. Men meet dan correct het effect van het eventuele filter, maar de meting zelf is misleidend wat betreft de stoorpotentie van het apparaat, daar eventuele stralingseffecten niet worden medegemeten. Wil men ook die kennen, dan dient de doorverbinding in A te worden weggenomen. Het apparaat ligt dan geaard via de capaciteit C_a en eventueel de stabilisatie-impedantie Z_a (van bijv. 150 Ω). De stroom I_2'', die nu door Z terugvloeit veroorzaakt een spanning V_1'', die afgelezen kan worden en een maat is voor de straling.

Samenvattend kan gezegd worden dat tot ongeveer 30 MHz het meten van de stoorspanning op of, wat op hetzelfde neerkomt, de stoorstroom in de aansluitleiding, mits met inzicht toegepast, een redelijke indruk kan geven van de storing, die een toestel in zijn omgeving kan veroorzaken.

Boven ongeveer 30 MHz wordt de voortgeleiding van minder belang als gevolg van de toenemende demping van het lichtnet. De stralingseffecten nemen, zoals duidelijk zal zijn, in betekenis toe, zowel die van de bedrading in het toestel als die van het aansluitsnoer. Bij kleine apparaten zal het aansluitsnoer een belangrijke rol spelen.[4])

[3]) Wel te onderscheiden van het begrip straling in de engere fysische betekenis. Deze treedt op, als de afmetingen van het apparaat van de orde van één golflengte worden. Dit zal bij de meeste apparaten pas boven omstreeks 100 MHz het geval zijn. Beneden deze frequentie zijn de velden, waarom het hier gaat, quasi-stationair (inductievelden).

[4]) Zie de voordracht 'Methoden voor het meten van radiostoring boven 30 MHz' door A. de Jong, (nog te publiceren).

De frequentie van 30 MHz duidt een nogal breed overgangsgebied aan en betekent bepaald geen scherpe grens.

4. Meetapparatuur

4.1 De meetontvanger

In fig. 8 is een blokschema van de gebruikelijke storingsmeetontvanger gegeven. Meestal is de ontvanger een superheterodyne ontvanger met de volgende bijzondere kenmerken:

- een grondige afscherming tegen uitwendige velden en een zeer goede filtering van de voedingsleiding;
- een HF-demper in de ingang, met de hand instelbaar in stappen van 1 dB, met een maximale waarde van bijv. 120 dB;
- een nauwkeurig gespecificeerde banddoorlaatkromme, c.q. bandbreedte;
- één of meer detectors met gespecificeerde eigenschappen en meteraanwijzing van de detectoruitgangsspanning;
- een ingebouwde ijkgenerator (veelal een impulsgenerator);
- een gespecificeerde minimum lineariteitsreserve.[5]) Dit punt komt nader ter sprake bij de verschillende typen detectoren.

Het meetresultaat wordt verkregen door aflezing van de uitslag van de draaispoelmeter. Deze geeft, via een gelijkspanningsversterker, de door de detector afgegeven spanning aan. De meter is geijkt in µV, zijnde de effectieve waarde van een equivalente sinusoïdale ongemoduleerde spanning aan de ingang van de ontvanger, die dezelfde meteruitslag teweeg zou brengen als de betreffende storing. Met behulp van een apart audiokanaal zijn de ontvangen stoorsignalen bovendien te beluisteren.

Bij de meting van een stoorsignaal is van belang de omhullende van het verloop van de MF-uitgangsspanning alsmede de vraag, welke parameter van die omhullende (piekwaarde, gemiddelde waarde, effectieve waarde) de beste benadering geeft van de hinder, die de betreffende storing in het betreffende modulatiesysteem zou veroorzaken.

De eerste grondvorm, de draaggolfstoring, biedt geen problemen. De omhullende is een rechte, die geen verdere keus nodig maakt. Bandbreedte en detectoreigenschappen spelen geen rol. Dit is bepaald wel het geval bij de twee andere typen van storing: de impulsreeks en de ruis. Daar impulsstoringen bij de 'man-made interference' veelvuldig voorkomen, volgt hieronder een beknopte behandeling van de zgn. impulsresponsie van de meetontvanger.

De impulsresponsie van een superheterodyne ontvanger wordt bepaald door dat deel van de ontvanger, dat bepalend is voor de selectiviteit, d.w.z. door het MF-kanaal. Biedt men aan de ontvanger een impuls aan, dan kan men met behulp van de fourierintegraal uitrekenen, welke spanning er aan de uitgang van het MF-kanaal als gevolg van deze impuls ontstaat[6]) [10].

In fig. 9 is de impulsresponsie van een ontvanger weergegeven waarin de selectiviteit verkregen is met behulp van een cascade van twee kritisch gekoppelde MF-bandfilters. Als gevolg van de aan de ingang toegevoerde impuls treedt aan de uitgang van het MF-kanaal een trilling op in de frequentie f_0, de centrale frequentie van de MF-versterker, met een amplitudeverloop $A(t)$. Deze omhullende heeft een oscillerend verloop, wat kenmerkend is voor het gebruik van gekoppelde kringen. (Een cascade van synchrone afstemkringen zou een niet-oscillerend verloop gegeven hebben.) In de nuldoorgangen treedt een faseomslag van 180° in de trilling op.

Uit fig. 9 blijkt, dat de duur van de eerste en grootste lus in de omhullende voor $B_6 = 9$ kHz[7]) ongeveer 220 µs bedraagt. Het maximum $A(t)_{max}$ in de omhullende treedt op bij $t = 100$ µs. Voor $B_6 = 120$ kHz zijn deze waarden respectievelijk 17 en 7 µs. De gedaante van $A(t)$ hangt af van de aard van het toegepaste filter.

Interessant is echter de volgende eigenschap, die geldt voor alle smalbandfilters met een symmetrische amplitudekarakteristiek:

$$\int_{-\infty}^{\infty} A(t)\mathrm{d}t = 2G_0 \cdot E \cdot \delta = 2G_0 \cdot \sigma \qquad (1)$$

Deze uitdrukking zegt niets anders, dan dat het oppervlak tussen de omhullende en de tijdas onafhankelijk is van de bandbreedte en slechts afhangt van de versterking G_0 bij de centrale frequentie f_0 en de impulssterkte $\sigma = E \cdot \delta$. Een tweemaal zo breed bandfilter zou een tweemaal zo korte impulsresponsie

[7]) De bandbreedte voor 6 dB afval t.o.v. de versterking bij de centrale frequentie.

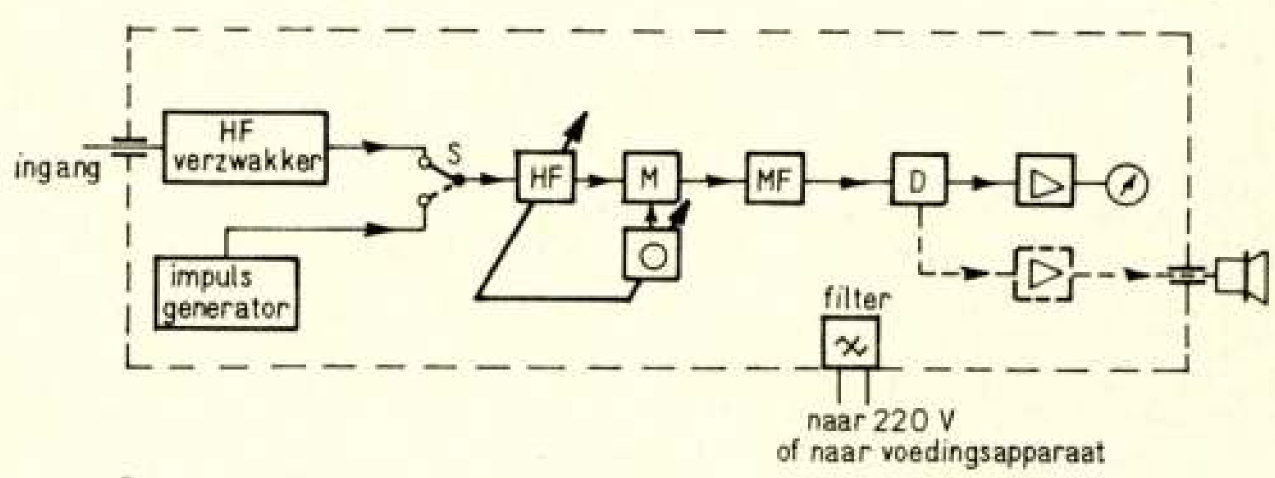


Fig. 8. Vereenvoudigd blokschema van een storings-meetontvanger.

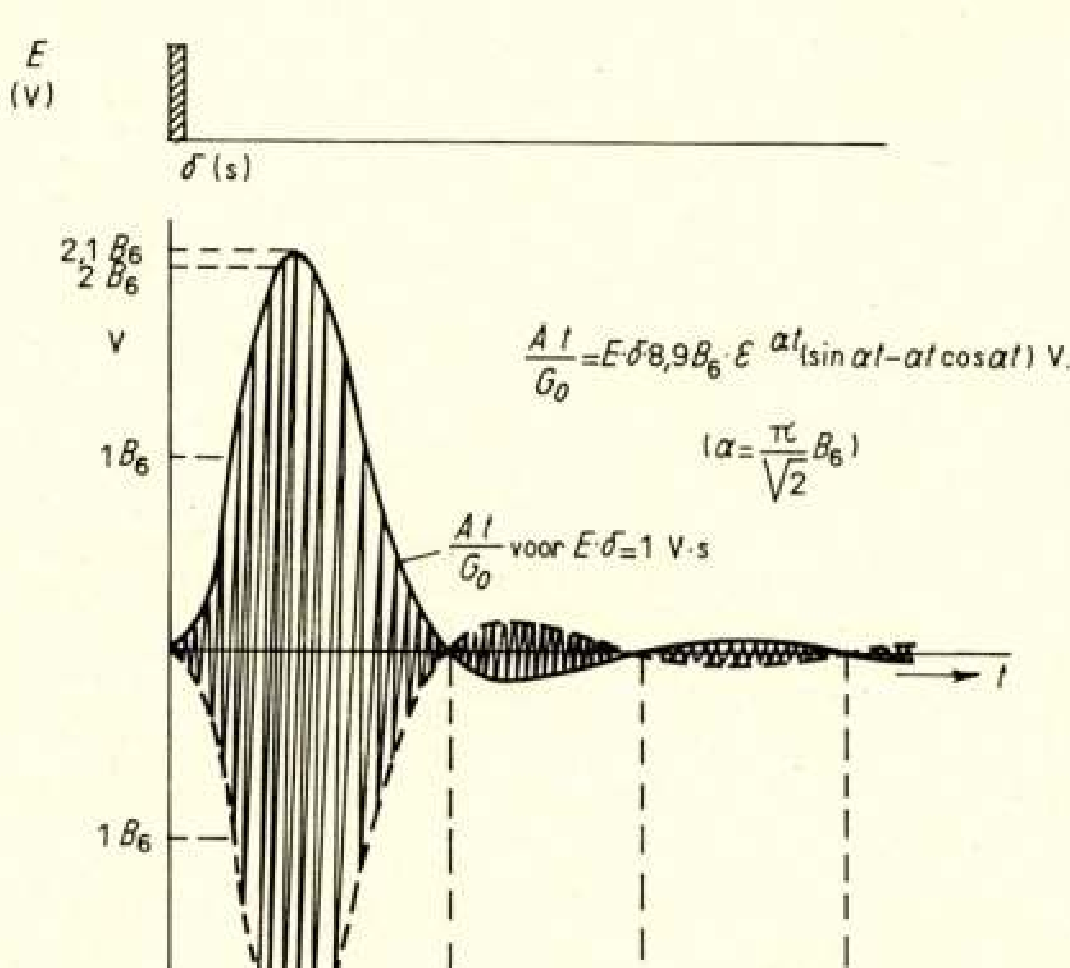


Fig. 9. Impulsresponsie van een ontvanger.

[5]) Onder de lineariteitsreserve ('overloadfactor') verstaat men de verhouding in dB, van het sinusoïdale ongemoduleerde ingangssignaal, dat nog juist geen afwijking van de lineariteit veroorzaakt, tot het (kleinere) signaal, dat nodig is voor volle schaaluitslag.

[6]) Onder een impuls verstaat men bij definitie een rechthoekige spanning van een oneindig kleine tijdsduur δ en een oneindig grote waarde E, waarbij de impulssterkte $\sigma = E \cdot \delta$ een eindige waarde heeft. Men kan aantonen, dat het voor de berekening van de impulsresponsie geen verschil maakt, of δ niet oneindig klein is mits voldaan is aan de voorwaarde $\delta \ll 1/f$, waarin f de frequentie is, waarop de ontvanger is afgestemd.

veroorzaken, echter met een tweemaal zo grote schaal voor $A(t)$.

Het verloop van $A(t)$ kan nu op verschillende wijzen worden geregistreerd, afhankelijk van het type detector, dat men toepast.

Men onderscheidt:
- de piekwaardedetector,
- de quasi-piekwaarde-detector,
- de gemiddelde-waarde-detector, en
- de effectieve-waarde-detector.

De piekwaardedetector (*'peakdetector'*), zie fig. 10: $e(t)$ stelt de uitgangsspanning van het MF-kanaal voor en is gegeven door:

$$e(t) = A(t) \cos \omega_0 t \tag{2}$$

waarin ω_0 de centrale frequentie van het MF-kanaal voorstelt en A(t) de omhullende.

R_0 is de uitgangsimpedantie van het MF-kanaal. Het netwerk RC is zo gedimensioneerd, dat de spanning $A(t)$ erover verschijnt als de regelbare voorspanning nul is. Wordt de voorspanning opgevoerd, totdat geen stroomdoorgang door de diode meer optreedt (vast te stellen via de hoofdtelefoon of met behulp van een neonbuisje) dan is $V_p = A(t)_{max}$. Een sinuoïdale ingangsspanning van een effectieve waarde van E zou een uitslag veroorzaken van $V = E\sqrt{2} \cdot G_0$ V.

Drukken we V_p, zoals gebruikelijk is, uit in de effectieve waarde E van een sinusoïdale ingangswisselspanning, die dezelfde uitslag veroorzaakt als de impulsstoring, dan geldt:

$$V_p = A(t)_{max} = 2\, G_0 \cdot B_i \cdot \sigma, \tag{3}$$

$$\text{dus } E = \sqrt{2} \cdot B_i \cdot \sigma \tag{4}$$

(B_i is de zgn. impulsbandbreedte van de ontvanger. Hieronder verstaat men de bandbreedte die een filter met rechthoekige doorlaatband zou moeten hebben, om een responsie $= A(t)_{max}$ te geven. Dan geldt $A(t)_{max} = 2\, G_0 \cdot B_i \cdot \sigma$.)

Men kan afleiden dat voor de eerder geschetste opbouw van de MF-versterker geldt, dat $B_i = 1{,}05\, B_6$.

Behalve deze zgn. 'slide back' piekwaardedetector is er ook het direct aanwijzende type. Het is in wezen een zgn. quasi-piekwaarde-detector, die ook voor zeer lage herhalingsfrequenties de piekwaarde van $A(t)$ aangeeft (zie volgend hoofdstuk).

De piekwaardedetector geeft een meteruitslag die onafhankelijk is van de herhalingsfrequentie. Lineariteitsreserve is nauwelijks noodzakelijk.

De quasi-piekwaarde-detector ('quasi-peak-detector'), zie fig. 11. Het detectorcircuit is gekenmerkt door een laad-tijdconstante T_1 en een ontlaadtijdconstante T_0.

T_1 is per definitie de tijd die verloopt na het inschakelen van een sinusoïdale ongemoduleerde spanning op de ingang van de laatste MF-trap, totdat de spanning V_{kp} 63% van zijn eindwaarde heeft bereikt. T_0 is de tijd die verloopt na het uitschakelen van een soortgelijke wisselspanning tot het moment dat V_{kp} is afgevallen tot 37% van de beginwaarde.

Bij voldoend hoge herhalingsfrequentie f_i in een impulsreeks zal de spanning over C de piekwaarde van $A(t)$ bereiken. De detector werkt dan als piekwaardedetector. De waarde van f_i, waarvoor dit gebeurt, wordt bepaald door de verhouding T_1/T_0 en door de bandbreedte B_6 en bedraagt voor de drie door C.I.S.P.R. gespecificeerde ontvangers ongeveer 3000 Hz.

Onder deze waarde neemt de spanning over C met f_i af volgens een nogal complexe functie [6, fig. 2].

Hoe lager f_i wordt, hoe kleiner V_{kp} zal zijn en hoe meer men de impulssterkte aan de ingang van de HF-versterker van de ontvanger zal moeten opvoeren om een afleesbare uitslag te krijgen. De mate, waarin dit mogelijk is, wordt bepaald door de lineariteitsreserve in het HF- en MF-gedeelte van de ontvanger.

De meteruitslag kan worden weergegeven door:

$$E = F(f_i) \cdot \sqrt{2} \cdot B_i \cdot \sigma \tag{5}$$

Deze uitdrukking is, behoudens de factor F, die een functie is van o.a. f_i, identiek met (4). $F = 1$, indien f_i voldoende groot (ca. 3000 Hz).

De quasi-piekwaarde-detector dateert van voor de tweede wereldoorlog. Hij werd geacht een juiste indruk te geven van de mate, waarin de hinder, die men toentertijd in de AM-omroep van impulsstoring ondervond, van de herhalingsfrequentie afhing.

Na 1945 vond men, op grond van statistische onderzoekingen, dat een zgn. effectieve-waarde-detector in dit opzicht nog beter zou zijn. De quasi-piekwaarde-detector was toen echter reeds ingeburgerd. Hij is nog altijd de referentiedetector voor de storingslimieten van het C.I.S.P.R., al heeft dit orgaan inmiddels ook de drie andere detectors gespecificeerd [6]. Zie tabel 1.

Tabel 1. Enkele specificaties voor C.I.S.P.R.-meetontvangers met quasi-piek-detector.

	0,15 – 30 MHz	25 – 300 MHz	300 – 1000 MHz
B_6	9 kHz	120 kHz	120 kHz
T_1	1 ms	1 ms	1 ms
T_0	160 ms	550 ms	550 ms

Maakt men de verhouding T_0/T_1 zeer groot, dan krijgt men een quasi-piekwaarde-detector, die ook voor zeer lage waarde van f_i nog de piekwaarde aanwijst. Men gebruikt een dergelijk type daarom wel als zgn. direct aanwijzende piekwaardedetector.

De gemiddelde-waarde-detector ('average detector'), zie fig. 12. De tijdconstante RC is zo klein, dat de spanning over C het ver-

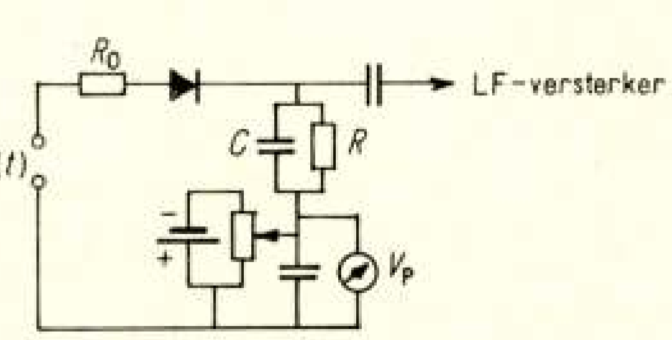


Fig. 10. Piekwaardedetector.

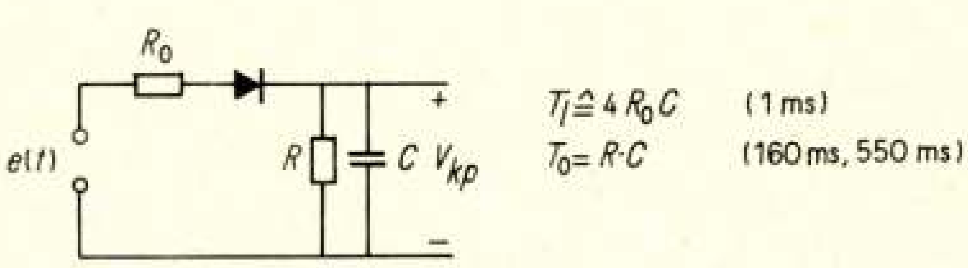
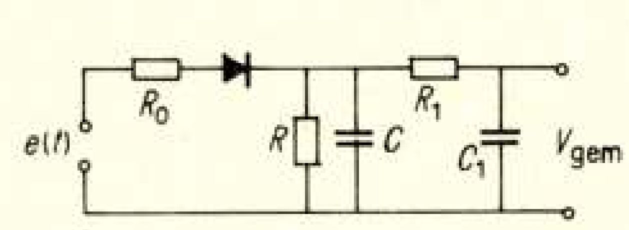


Fig. 11. Quasi-piekwaarde-detector.


Fig. 12. Gemiddelde-waarde-detector.

loop $A(t)$ heeft. Het netwerk R_1C_1 heeft een grote tijdconstante en werkt middelend.

De uitslag V_{gem} is evenredig met $\int A(t)dt$, het oppervlak van de impulsresponsie-omhullende, en natuurlijk met f_i en wordt dus, met (1)

$$V_{gem} = f_i \int_{-\infty}^{+\infty} A(t)dt \quad (6)$$

$$V_{gem} = f_i \cdot G_0 \cdot 2\sigma \quad (7)$$

Drukken we V_{gem} weer uit in de effectieve waarde E van een sinusoïdale ingangsspanning, die dezelfde meteruitslag veroorzaakt, dan lezen we af:

$$E = \sqrt{2} \cdot \sigma \cdot f_i \quad (8)$$

Daar $\int A(t)dt$ onafhankelijk is van de bandbreedte, is de uitslag van de gemiddelde-waarde-detector dit ook.

De effectieve-waarde-detector ('r.m.s. detector'). Deze komt nog niet algemeen voor. De spanning V_{eff}, die de detector afgeeft is gegeven door:

$$V_{eff} = \sqrt{f_i \int_0^{\infty} A^2(t)dt} \quad (9)$$

Nu kan men voor een bandfilter met een smalle symmetrische doorlaatband afleiden, dat:

$$\int_0^{\infty} A^2(t)dt = (G_0 \cdot 2\sigma)^2 \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} F^2(f)df \quad (10)$$

waarin $F(f)$ de doorlaatkromme voorstelt met $F(f_0) = 1$. Daarmede wordt:

$$V_{eff} = \sqrt{f_i \cdot (G_0 \cdot 2\sigma)^2 \int_{-\infty}^{+\infty} F^2(f)df} \quad (11)$$

Nu is, bij definitie, $B_r = \int_{-\infty}^{+\infty} F^2(f)df$ de zgn. effectieve ruisbandbreedte van de ontvanger. Men kan aantonen, dat voor de eerder beschreven opbouw van de MF-versterker geldt $B_r =$ $= 1{,}04\, B_3$.[8])

IJken we V_{eff} weer in de effectieve waarde E van een ingangswisselspanning, die dezelfde meteruitslag veroorzaakt, dan moet:

$$E\sqrt{2} \cdot G_0 = \sqrt{f_i (G_0 \cdot 2)^2 \cdot B_r} \quad (12)$$

$$E = \sqrt{2} \cdot \sigma \cdot \sqrt{f_i \cdot B_r} \quad (13)$$

Men kan ook voor de derde grondvorm, 'random'-ruis, de spanning berekenen, die de vier detectoren afgeven [10].

In tabel 2 zijn de meteruitslagen van de detectors op de drie grondvormen weergegeven. Opvallend is, dat voor ruis de aanwijzing van de piekdetector onbepaald is, daar een kenmerk van een ruisspanning is, dat zij elke waarde kan overschrijden, mits men voldoende lang wacht.

Omtrent de toepassing van de detectortypen kan nog het volgende worden gezegd. De piekwaardedetector en de quasi-piekwaarde-detector zijn beide in gebruik als referentiedetector voor storingslimieten. Zo wordt door het Amerikaanse Ministerie van Defensie uitsluitend de piekwaardedetector toegelaten. Daarentegen werkt het internationale civiele orgaan voor radiostoringsbestrijding, het C.I.S.P.R., met de quasi-piekwaardedetector als referentie, mede op reeds eerder vermelde historische gronden, zij het dan ook dat het C.I.S.P.R. ook specificaties heeft gegeven voor de andere drie detectors.

Zowel de piekwaardedetector als de quasi-piekwaardedetector lenen zich gunstig voor metingen aan impulsstoringen. Met de gemiddelde-waarde-detector en de effectieve-waardedetector is tot nu toe bij storingsmeting nog weinig ervaring opgedaan. Hun toepassing bij onderzoekingen van ruisachtige stoorsignalen ligt voor de hand. Bepalend is veelal de vraag, welke parameter van het storende signaal de beste maat is voor de veroorzaakte hinder.

Overigens zou men met behulp van tabel 2 omrekeningen kunnen toepassen, mits men eerst vaststelt tot welk der drie grondvormen de te onderzoeken storing gerekend moet worden. Een complicatie hierbij is, dat het stoorsignaal vaak uit meer dan één grondvorm bestaat. Mede hierom zijn omrekeningen bij keuringen sterk af te raden en dient men de in het betreffende keuringsvoorschrift aangegeven detector toe te passen.

Voor het ijken van de versterking van de storingsmeetontvanger maakt men vaak gebruik van een ingebouwde impulsgenerator, een eenvoudig, betrouwbaar en goedkoop instrument, dat een impulsspectrum produceert dat tot 300 MHz en hoger betrouwbare ijking mogelijk maakt. De kern van zo'n generator wordt gevormd door een condensator die tot een zekere gelijkspanning E_0 wordt opgeladen en in een bepaald ritme bijv. 100 × per seconde, wordt ontladen over een weerstand van bijv. 50 Ω. Er worden scherpe impulsen gevormd met een continu frequentiespectrum dat tot 1000 MHz kan reiken.

Maatgevend voor het effect in de ontvanger is de zgn. impulssterkte σ, d.i. het oppervlak van de impuls:

$$\sigma = \int_0^{\infty} E_0 \cdot \varepsilon^{-\frac{t}{RC}} dt = E_0 RC \quad (14)$$

Door de gelijkspanning E_0 te variëren kan men σ nauwkeurig regelen.

Voorbeeld: $E_0 = 100$ V, $R = 50\ \Omega$, $C = 50$ pF geeft $\sigma =$ 0,25 μV·s.

4.2 *Het kunstnet*

Voor voortgeleidingsmetingen dient de meetontvanger aangesloten te kunnen worden aan de leiding of leidingen, die met het storende apparaat verbonden zijn. In de meeste gevallen zal dit de lichtnetaansluitleiding zijn. Men verbindt de meetontvanger met de leiding door middel van een zgn. kunstnet ('artificial-mains network', 'réseau fictif', 'Netznachbildung'; in Amerikaanse literatuur ook vaak: 'line impedance stabilisation network').

Het kunstnet heeft drie functies:

a. het scheidt het storende toestel hoogfrequent van het lichtnet,

b. het biedt de lichtnetaansluiting van het storende toestel over een groot frequentiegebied een netwerk van reële gespecificeerde impedanties,

c. het voorkomt het doordringen van HF-storingen uit het lichtnet naar de meetontvanger, d.m.v. één of meer filtersecties.

In fig. 13 is het klassieke C.I.S.P.R.-delta-kunstnet weergegeven. De condensatoren C_1 blokkeren de lichtnetspanning maar

[8]) B_3 is de ontvangerbandbreedte voor een afval van 3 dB t.o.v. de versterking bij de centrale frequentie f_0.

hebben een te verwaarlozen HF-reactantie. Het filter L, C_2, C_3 blokkeert HF-storingen vanuit het lichtnet. Men kan rechtstreeks V_a en V_s meten, door de meetontvanger tussen 3 en 4 resp. 1 en 2 aan te leggen. De ingangsimpedantie van de meetontvanger diende symmetrisch en tenminste 1000 Ω te zijn. Het kunstnet was ontworpen voor het oude AM-omroepgebied 150 kHz – 1605 kHz. Boven dit gebied kon aan genoemde eis moeilijk worden voldaan. De symmetrische impedantie Z_s zowel als de asymmetrische Z_a bedragen 150 Ω.[9])

Fig. 14 geeft een variant, die bruikbaar was tot 30 MHz. Men kan nu een asymmetrische ontvanger-ingangsimpedantie

[9]) Onder de symmetrische impedantie verstaat men de impedantie tussen de beide geleiders. De asymmetrische impedantie is de impedantie tussen de beide kortgesloten geleiders enerzijds en aarde anderzijds.

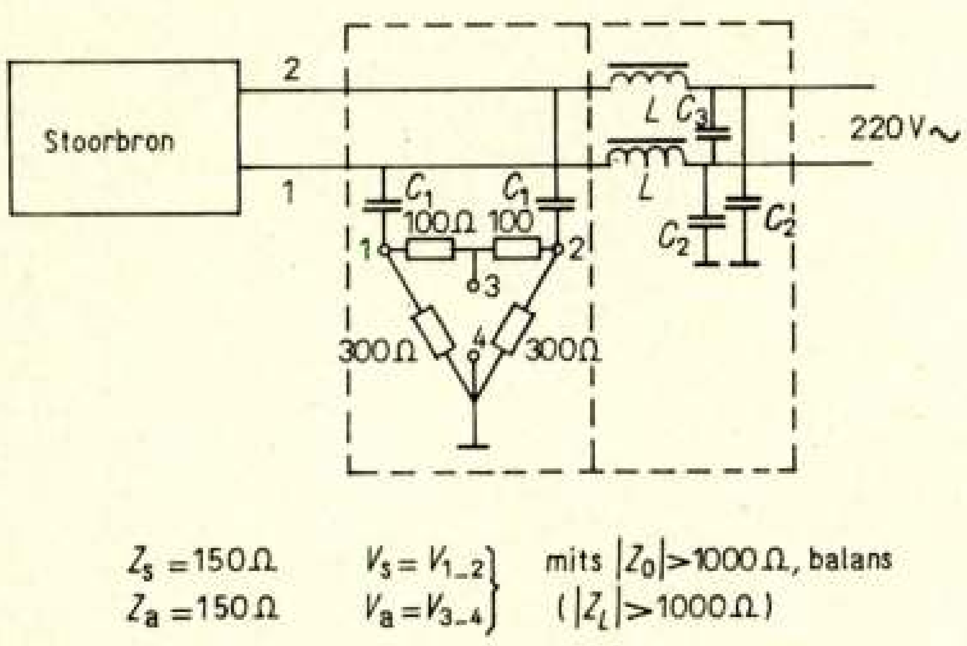


Fig. 13. C.I.S.P.R.-delta-kunstnet, 150-1605 kHz (Z_0 symmetrisch, > 1000 Ω).

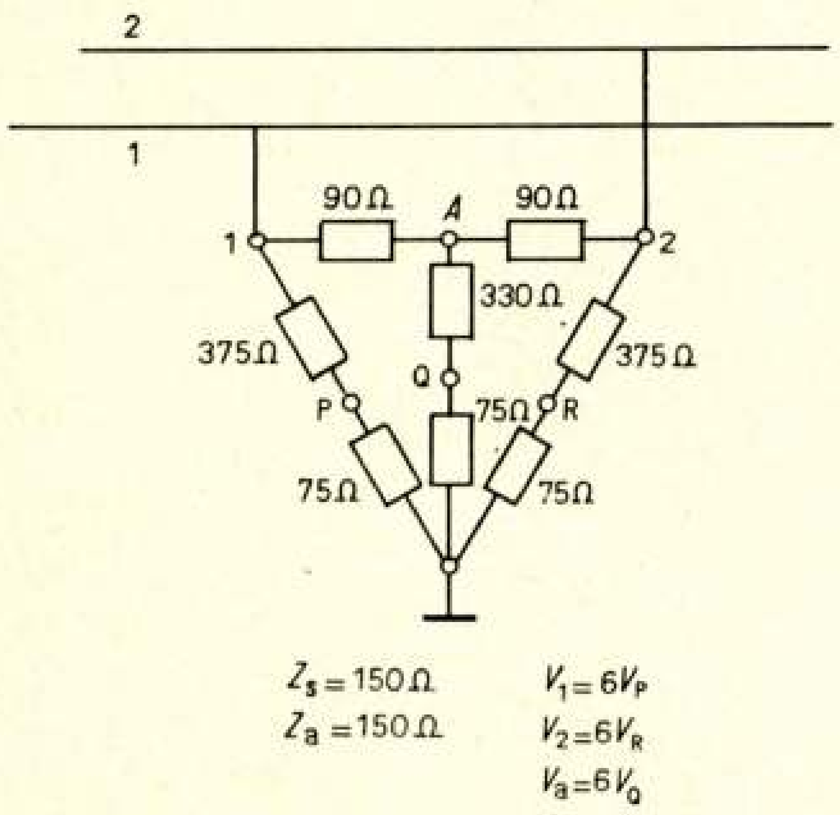


Fig. 14. C.I.S.P.R.-delta-kunstnet, 0,15-30 MHz (Z_0 asymmetrisch, 75 Ω).

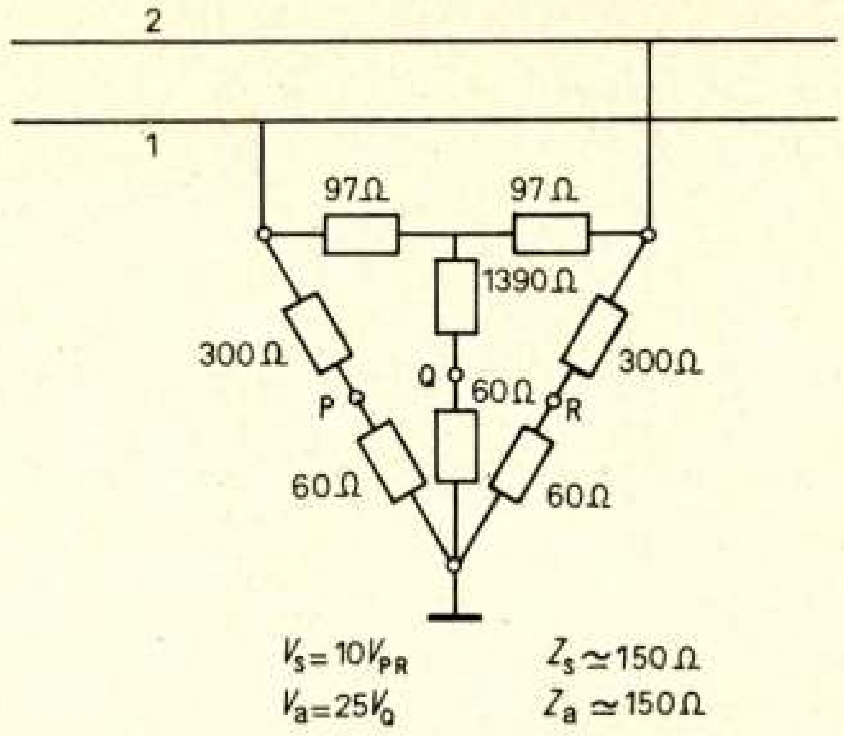


Fig. 15. Deens delta-kunstnet, 0,15-30 MHz (Z_o symmetrisch, 150 Ω).

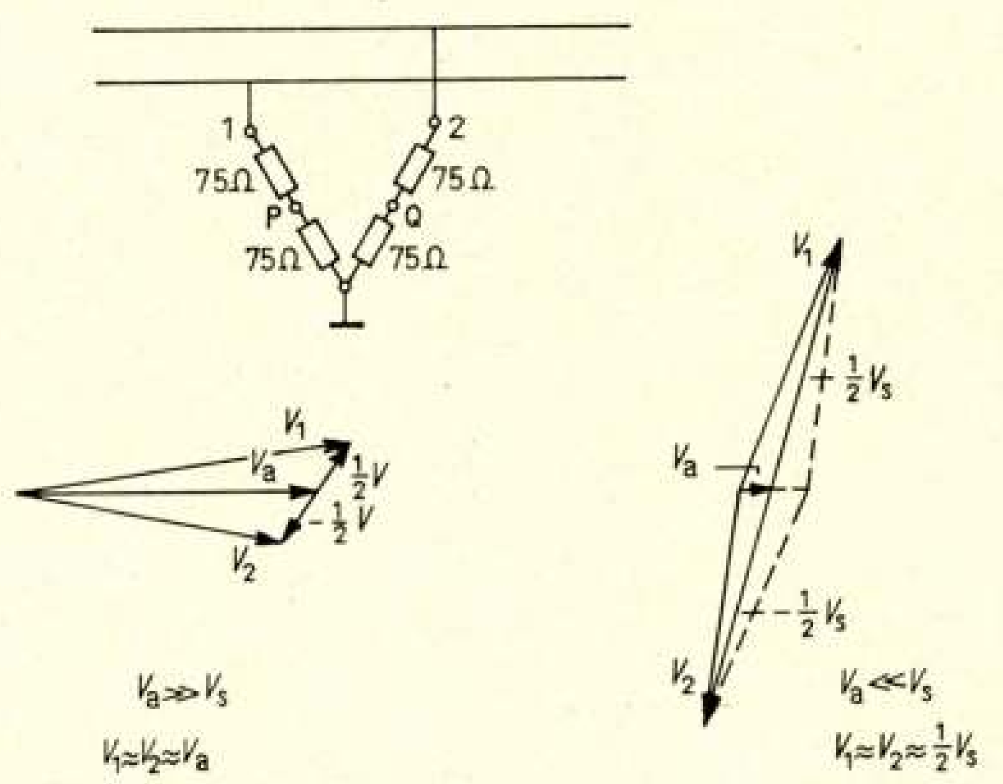


Fig. 16. C.I.S.P.R.-V-kunstnet, 0,15-30 MHz (Z_0 asymmetrisch, 75 Ω).

van 75 Ω toepassen (coaxiale ingang). Rechtstreekse meting van V_s is niet mogelijk maar bij hogere frequenties, zoals we zagen, vaak niet noodzakelijk. V_s is indirect af te leiden en te berekenen uit de drie metingen V_P, V_Q en V_R met behulp van fig. 3.

In fig. 15 is een Deense variant op het delta-kunstnet weergegeven. Deze geeft de mogelijkheid rechtstreeks V_s te meten tot 30 MHz toe, zij het ten koste van enige gevoeligheid. De ontvangeringang dient voor de meting van V_s symmetrisch te zijn, echter slechts 150 Ω, wat tot 30 MHz realiseerbaar is. De wens om V_s rechtstreeks te kunnen meten doet zich vooral voelen bij telecommunicatiesystemen of -netten met een hoge graad van symmetrie.

Fig. 16 tenslotte geeft het momenteel voor het frequentiegebied tot 30 MHz algemeen in gebruik zijnde V-kunstnet. Het is onlangs door het C.I.S.P.R. als het standaard kunstnet

Tabel 2. Meteruitslagen van de vier detectortypen.

ingangssignaal	*piekwaardedetector* (µV)	*quasi-piekwaarde-detector* (µV)	*gemiddelde-waarde-detector* (µV)	*effectieve-waarde-detector* (µV)
ongemoduleerde draaggolf	E_0	E_0	E_0	E_0
impulsreeks	$1{,}4\cdot\sigma\cdot B_i$	$1{,}4\cdot\sigma\cdot B_i\cdot F(f_i)$	$1{,}4\cdot\sigma\cdot f_i$	$1{,}4\cdot\sigma\cdot\sqrt{f_i B_r}$
random ruis	—	$1{,}83\cdot E'\cdot\sqrt{B_r}$	$0{,}88\cdot E'\cdot\sqrt{B_r}$	$E'\cdot\sqrt{B_r}$

E_0 = effectieve waarde; $\sigma = E\cdot\delta$ = impulssterkte in µV·s;
f_i = impulsherhalingsfrequentie in Hz; B_i = impulsbandbreedte in Hz ($B_i \approx B_6$);
B_r = ruisbandbreedte in Hz ($B_r \approx B_3$); E' = spectrale intensiteit van de ruis in µV/$\sqrt{\text{Hz}}$.

aangenomen in de plaats van het delta-kunstnet. De ontvanger wordt tussen P en aarde of tussen Q en aarde geschakeld. De takimpedanties zijn 150 Ω. Men meet uitsluitend V_1 en V_2. V_a en V_s zijn uit deze metingen niet af te leiden, tenzij men tevens de faserelatie tussen V_1 en V_2 zou meten, wat de meting aanzienlijk zou compliceren. In het veel voorkomende geval dat $V_a > V_s$ geeft de meting van V_1 en V_2 een redelijke indicatie omtrent V_a. Is echter $V_a < V_s$, dan kan de meting van V_1 en V_2 gemakkelijk tot een verkeerde conclusie leiden. Boven 30 MHz past men kunstnetten sporadisch toe. C.I.S.P.R. beveelt voorlopig een V-kunstnet met een takimpedantie van 50 Ω aan.

De Amerikaanse militaire voorschriften voor radiostoringsmetingen schreven tot voor kort voor het gebied tot 30 MHz een V-kunstnet toe, bestaande uit takken van 50 Ω. Sinds kort zijn echter voorschriften uitgegeven, die de vele thans bestaande zouden vervangen. Deze verbieden het gebruik van een kunstnet en schrijven de toepassing van een stroomprobe voor. Dit is een HF-stroomtransformator, bestaande uit een gesloten ferrietkern met wikkeling, die om de te onderzoeken leiding wordt aangebracht en op de meetontvanger wordt aangesloten. De leiding wordt d.m.v. condensatoren HF-kortgesloten tegen massa, zodat men dus de kortsluitstoorstroom in de leiding meet. Men heeft probes voor verschillende frequentiegebieden.

4.3 De meetantennes

Voor stralingsmetingen sluit men de meetontvanger aan op gespecificeerde antennes. Deze kunnen zijn (C.I.S.P.R.):
tot 30 MHz: een staafantenne van 1 m lengte of een raamantenne met een oppervlak kleiner dan 0,36 m^2.
20-300 MHz: een afstembare $\lambda/2$ dipool, horizontaal of verticaal instelbaar. In het gebied 30-80 MHz wordt één lengte gebruikt en wel de halve golflengte voor 80 MHz.
300-1000 MHz: een afstembare $\lambda/2$ dipool, of meer complexe antennes die een zekere antennewinst en bundeling bezitten, waardoor gevoeliger metingen mogelijk zijn.
Bij keuringsmetingen is het noodzakelijk de antenne te gebruiken, die in het keuringsvoorschrift aangegeven is. Omrekening in andere antennetypen met behulp van de vlakke-golf-formules van het stralingsveld is bepaald ongeoorloofd, daar de velden rond een storend apparaat in het algemeen gecompliceerde inductievelden zullen zijn.

5. Enkele meetopstellingen

Met nadruk zij er op gewezen, dat het hiernavolgende overzicht uitsluitend ten doel heeft enig inzicht in momenteel toegepaste meetopstellingen te verschaffen. Het is bepaald niet volledig en wijzigingen in de toekomst zijn niet uitgesloten.

Voor keuringsmetingen dient men de richtlijnen van het desbetreffende meetvoorschrift nauwkeurig op te volgen. Enige bronnen van voorschriften zijn in het literatuuroverzicht gegeven.

In fig. 17 is een opstelling voor het meten van de voortgeleiding van apparaten weergegeven [1,8]. Het kunstnet wordt in A degelijk en permanent met de aardplaat verbonden, waardoor aanrakingsgevaar als gevolg van de grote filtercondensatoren die in het kunstnet aanwezig kunnen zijn, tot een minimum wordt beperkt. Om circulerende aardstromen te vermijden dient men alle overige aardingen aan het kunstnet te doen. Zo ligt de meetontvanger geaard via de coaxiale antennekabel. Aarding van de ontvanger via de lichtnetaansluitkabel dient in dit geval achterwege te blijven.

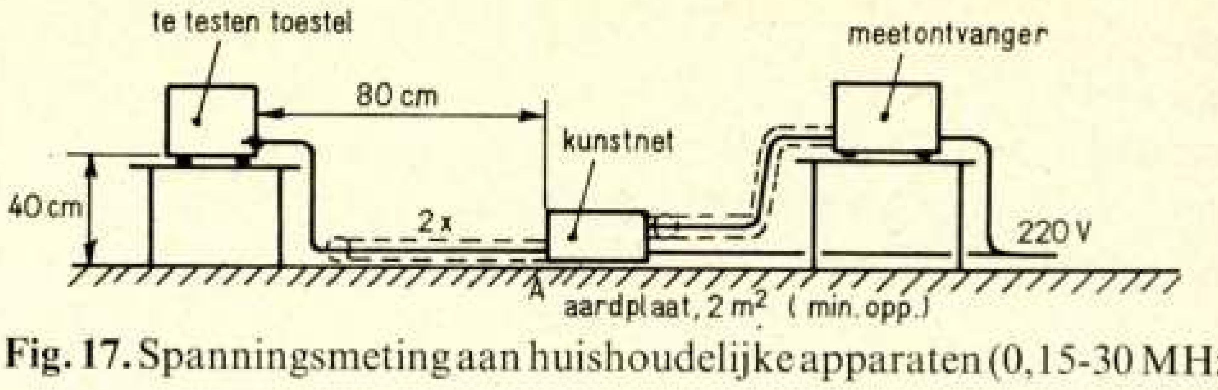


Fig. 17. Spanningsmeting aan huishoudelijke apparaten (0,15-30 MHz).

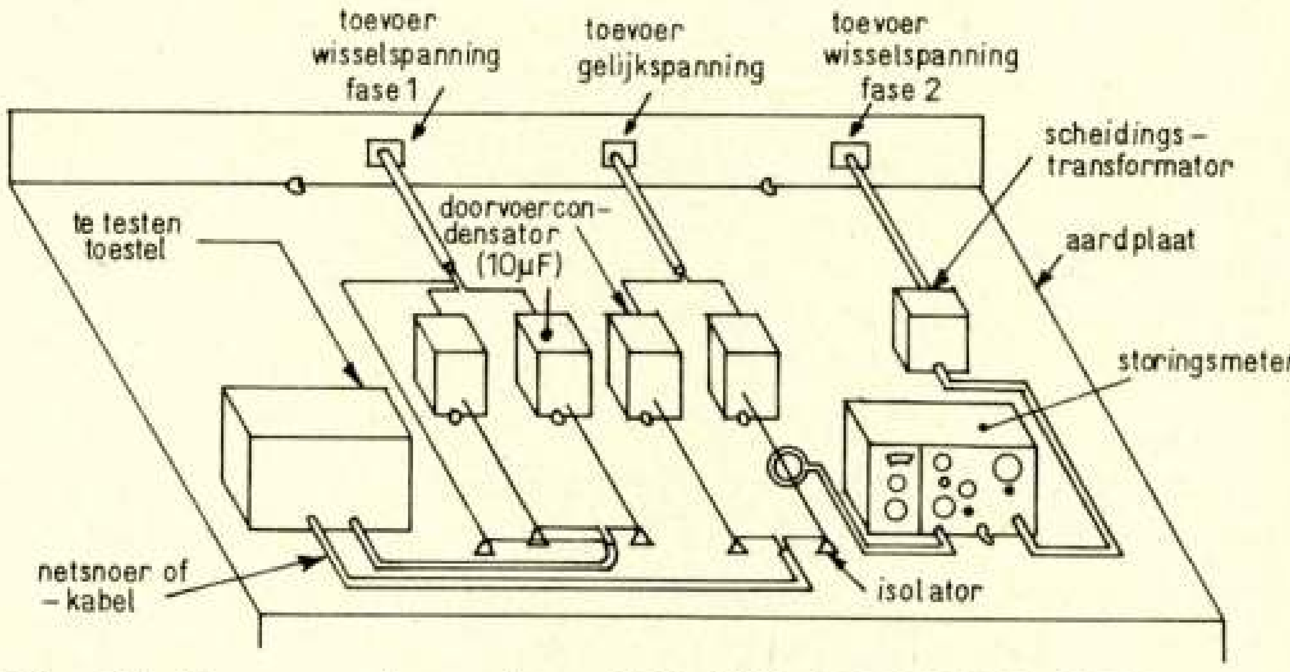


Fig. 18. Stroommeting volgens MIL-STD 462 (0,02-50 MHz).

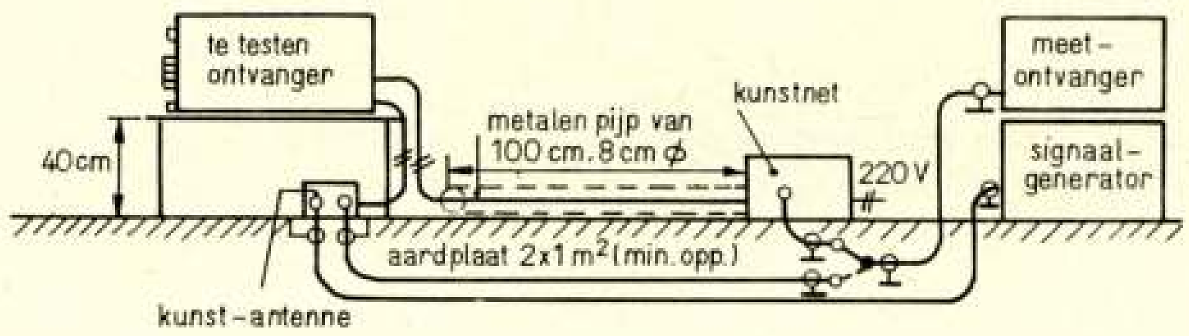


Fig. 19. Oscillatorstraling en MF-straling van AM-ontvangers (0,15-30 MHz).

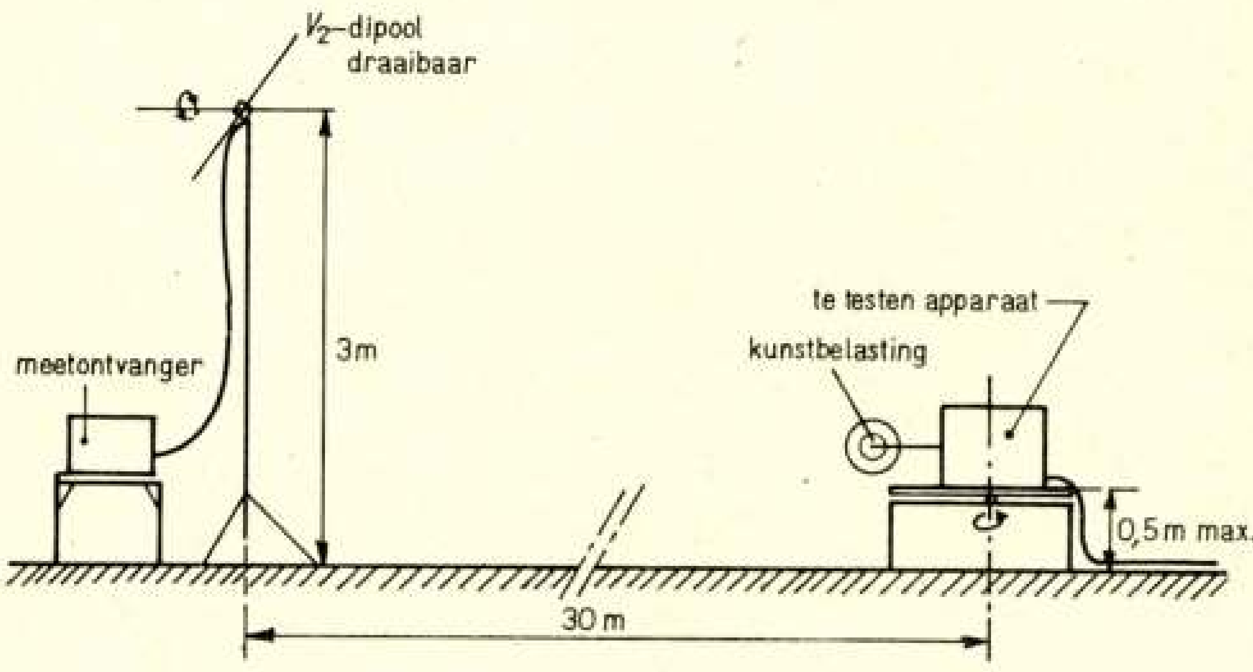


Fig. 20. Veldsterktemeting ISM-apparatuur (30-300 MHz).

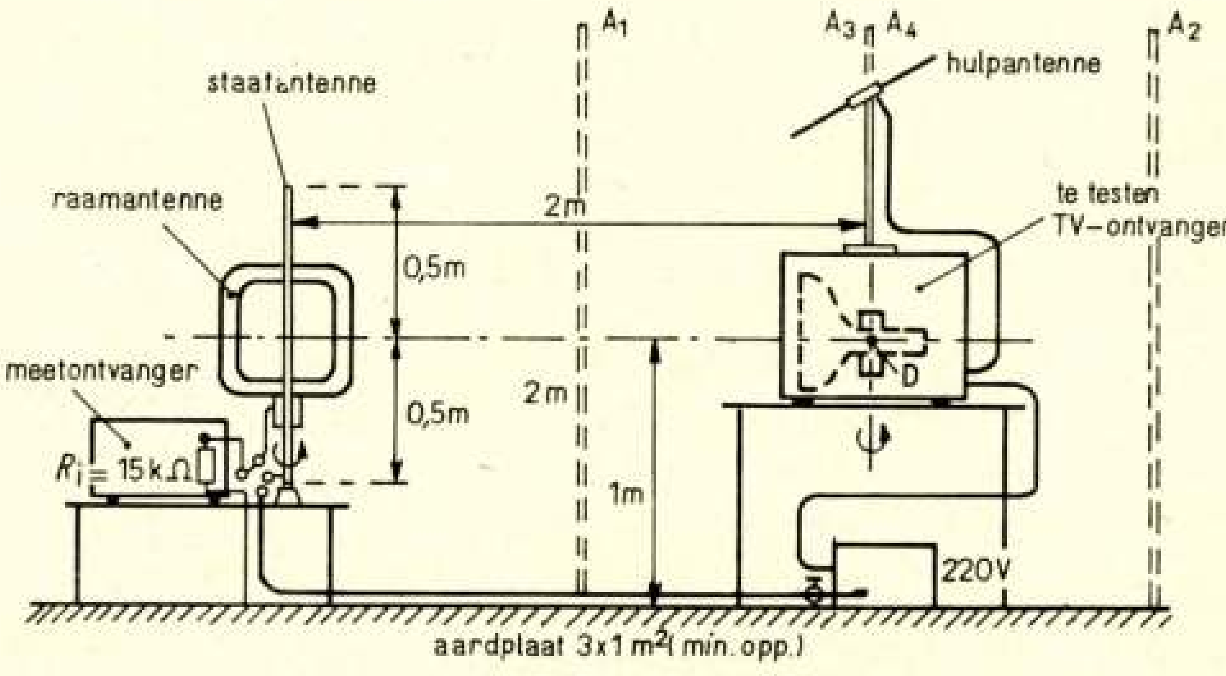


Fig. 21. Tijdbasisstraling van TV-ontvangers (150-1605 kHz).

Het te testen apparaat wordt, indien het in normaal bedrijf wordt geaard, aan het kunstnet geaard via een derde draad (eventueel een aparte draad) in de lichtnetaansluitleiding die op het kunstnet eindigt. Soms wordt de test-aansluiting van het kunstnet d.m.v. twee coaxiale kabels tot bij het te testen apparaat gebracht. Bij metingen, die wegens een te hoog lokaal storingsniveau in een afgeschermde ruimte moeten plaatsvinden, kan de vloer of een van de opstaande wanden de plaats innemen van de aardplaat.

Apparatuur, die in normaal bedrijf niet via het aansluitsnoer of anderszins wordt geaard, wordt ook in de meetopstelling in principe niet geaard, tenzij men de effecten van voortgeleiding en straling afzonderlijk wil onderzoeken (zie hoofdstuk 3).

Apparatuur, die in normaal bedrijf niet wordt geaard en in de hand wordt gehouden, dient te worden geaard via een zgn. kunsthandimpedantie, i.e. een serieschakeling van een condensator van 200 pF en een weerstand van 500 Ω.

Als kunstnet wordt het standaard V-kunstnet toegepast. Staat men er op de asymmetrische of symmetrische stoorspanning te meten, dan kan men één van de delta-kunstnetten toepassen.

In fig. 18 is een opstelling weergegeven volgens de nieuwe Amerikaanse militaire voorschriften [9].

Van het te testen apparaat, dat zowel wisselspanning- als gelijkspanningsvoeding heeft, worden de toevoerkabels opgesplitst en met isolatoren uitgespannen op enkele cm hoogte boven de aardplaat. De aders worden ieder HF geaard met behulp van een zgn. doorvoercondensator van 10 μF. De HF-kortsluitstoorstroom wordt gemeten met een stroomprobe, die met de meetontvanger verbonden is.

De ontvanger, die nu niet via de antennekabel geaard kan worden, wordt apart aan de grondplaat geaard. Parasitaire HF-aarding via het lichtnet wordt bestreden door het toepassen van een scheidingstransformator.

Fig. 19 geeft een opstelling voor het meten van de oscillatorspanning van superheterodyne-ontvangers, die parasitair op de antenne of op de lichtnetaansluitkabel verschijnt en andere ontvangers in de omgeving kan storen [12].

Antenne- en aardaansluiting van de te testen ontvanger worden via een kunstantenne met de aardplaat verbonden. De kunstantenne bevat een netwerk, dat de normale antenne simuleert, alsmede vier mogelijke simulaties van voorkomende aardimpedanties (ideale aarde, aardleiding van 2 m, aardleiding van 20 m, open aarde). De meetontvanger wordt verbonden met het kunstnet of met de kunstantenne.

Om te meten, in hoeverre de te onderzoeken ontvanger parasitaire MF-signalen op de lichtnetaansluiting of op de antenne brengt, doet men een analoge meting, waarbij aan de te testen ontvanger uiteraard een HF-ingangssignaal dient te worden toegevoerd. Dit wordt betrokken van een signaalgenerator.

In fig. 20 is een stralingsmeetopstelling weergegeven en wel die voor I.S.M.-apparatuur (industriële, wetenschappelijke en medische apparatuur) die op een meetplaats gemeten kan worden [4]. De opstelling is voor het frequentiegebied 30-300 MHz. De te testen apparatuur wordt belast met behulp van kunstbelastingen, die (voor diathermie-apparatuur) de patiënt vervangen. Het apparaat moet worden gedraaid voor maximale uitslag op de meetontvanger. De meetafstand is 30 m. Het terrein dient vrij te zijn van objecten, die door reflectie de meting kunnen beïnvloeden.

Fig. 21 geeft een opstelling voor het meten van de tijdbasisstraling van TV-ontvangers in het frequentiegebied 150-1605 kHz [12].

Om de tijdbasis goed te doen functioneren wordt de te testen

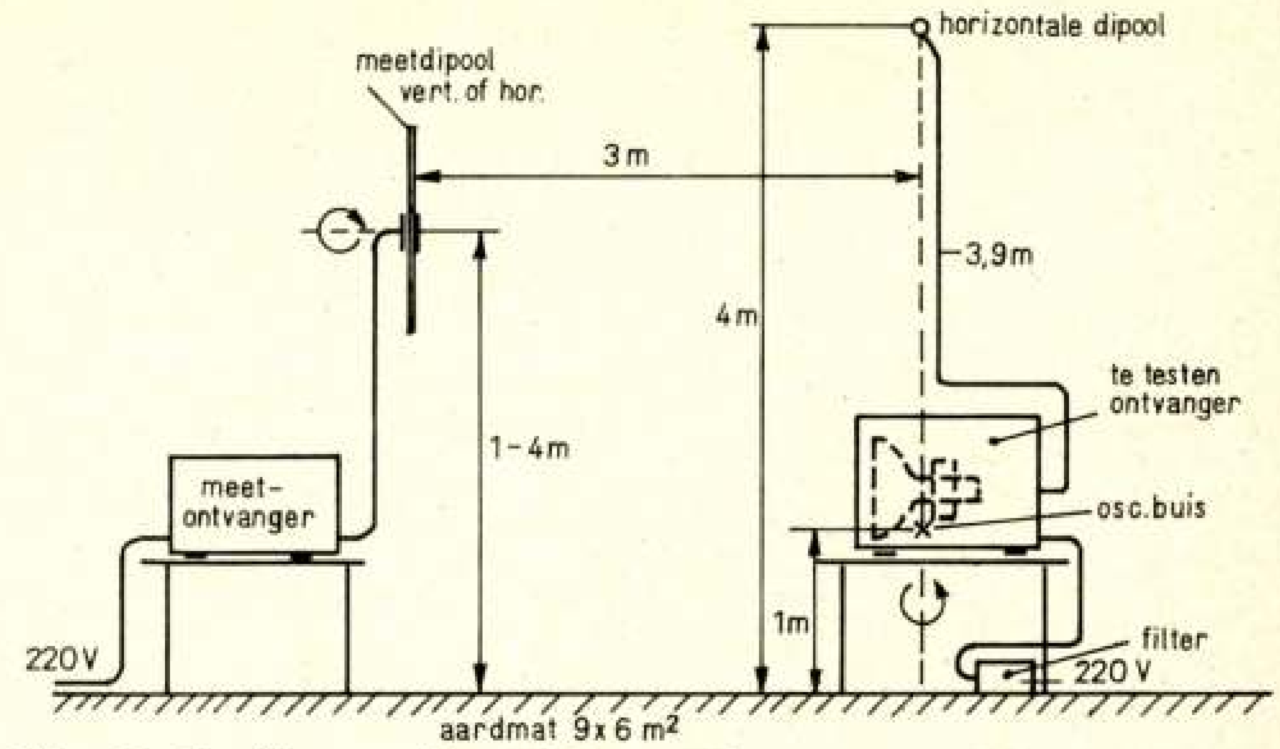


Fig. 22. Oscillatorstraling FM- en TV-ontvangers (30-1000 MHz).

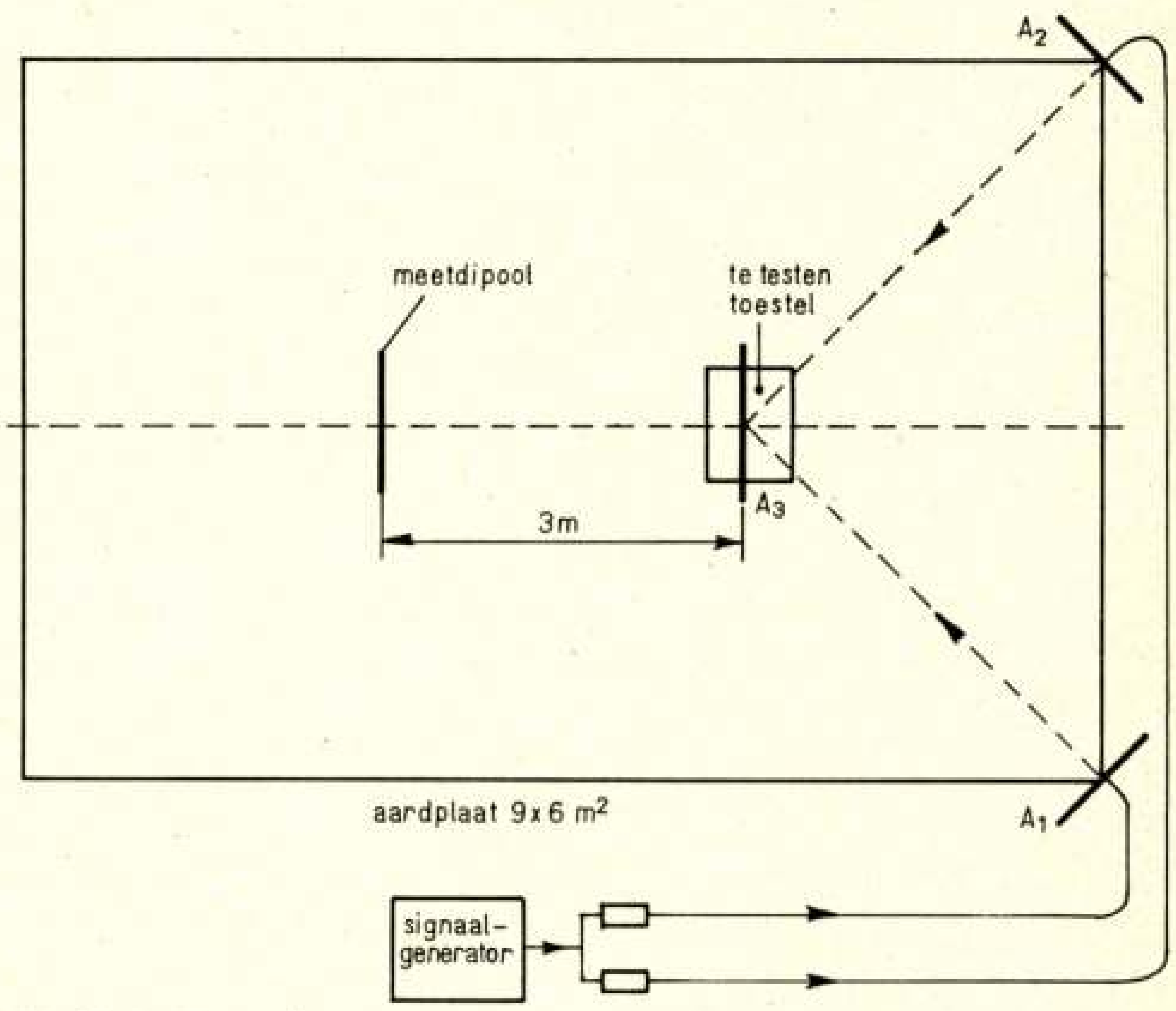


Fig. 23. MF-straling FM- en TV-ontvangers (30-1000 MHz).

ontvanger via een kleine hulpantenne van signaal voorzien. Als kunstnet past men het delta-net (IEC) of het V-net (VDE) toe. De vier verticale staven A_1 ... A_4 worden bij de voortgeleidingsmeting gebruikt en dienen om de opstelling te stabiliseren tegen variaties in de omgeving.

De meting van het elektrische veld gebeurt met een verticale staafantenne, geplaatst op 2 m van het hart der afbuigspoelen. Men doet zes metingen, voor elke toestelzijde één. Het toestel wordt gedraaid om D. Meting van het magnetische veld wordt met de raamantenne uitgevoerd. Het raam wordt steeds gedraaid voor maximale uitslag van de meetontvanger.

Fig. 22 geeft de zgn. drie-meter-methode van het IEC voor het bepalen van de oscillatorstraling van FM- en TV-ontvangers in het frequentiegebied 30-1000 MHz [12, 13]. De meting wordt buitenshuis of althans in een grote ruimte uitgevoerd ten einde geen last te hebben van reflecties uit de omgeving. Gezien de grote praktische bezwaren die aan buitenshuismetingen zijn verbonden is men ook voor deze meting aan het onderzoeken, in hoeverre zij binnenshuis zou kunnen worden toegepast.

Het te onderzoeken toestel wordt gedraaid om een fictieve verticale as door de oscillatorbuis voor maximale ontvangst van storing op de meetdipool. Daarna wordt deze laatste verticaal bewogen voor maximum uitslag. De meting wordt herhaald met de meetdipool verticaal.

In fig. 23 is een opstelling weergegeven voor het meten van de MF-straling van FM- en TV-ontvangers [13]. De te testen ont-

vanger wordt met zijn antenne weer om een verticale as gedraaid voor maximum uitslag op de meetontvanger. Uiteraard dient aan de ontvanger een constant HF-signaal te worden toegevoerd. Dit geschiedt via de hulpdipolen A_1 en A_2, die op de plaats van A_3 een veld produceren, dat vanuit A_3 gezien, in alle richtingen even sterk is. Dit wordt bereikt door de spanningen, die aan A_1 en A_2 worden toegevoerd een onderling faseverschil van 90° te geven.

De C.I.S.P.R.-meetopstelling voor de ontstekingsstoring van motorvoertuigen voor het frequentiegebied 40-250 MHz is in fig. 24 afgebeeld. Men meet op de twee aangeduide plaatsen met de meetdipool zowel horizontaal als verticaal. De hoogste van de aldus verkregen vier meetresultaten is bepalend.

De grootte van de storing veroorzaakt door fluorescentiebuizen vertoont een aanzienlijke spreiding, afhankelijk van het exemplaar, van de leeftijd, van de frequentie, van de stand enz. Zij is bovendien slecht reproduceerbaar. Het C.I.S.P.R. is er daarom noodgedwongen toe overgegaan, niet de storing zelf te meten, maar de minimale HF-verzwakking te specificeren, die een ornament, compleet met ontstoringsmiddelen, dient te bezitten.

In fig. 25 is een opstelling weergegeven, waarmee men, in het gebied 150-1605 kHz de demping van het ornament kan meten. De TL-buis wordt vervangen door een pijp van isolatiemateriaal, voorzien van overeenkomstige contacten. Aan de aansluitingen c en d wordt een symmetrische spanning toegevoerd, waarna men de restspanning meet tussen a en b en aarde. Er wordt een V-kunstnet toegepast.

In fig. 26 is de opstelling weergegeven, zoals deze door het Amerikaanse Ministerie van Defensie voor stralingsmeting in het gebied tot 30 MHz is voorgeschreven [9]. De meetafstand bedraagt 1 m. Het doel van de toegepaste doorvoercondensatoren kwam reeds eerder ter sprake.

Een belangrijke categorie van stoorbronnen boven 30 MHz is die der kleine huishoudelijke apparaten. Het C.I.S.P.R. heeft onlangs voor dergelijke apparatuur een meetmethode voor het gebied 30-300 MHz vastgesteld. Zij berust op de meting van het stoorvermogen, dat door het apparaat aan het aansluitsnoer wordt afgegeven (fig. 27). Daartoe wordt een stroomprobe langs het snoer heen en weer geschoven, totdat de meetontvanger een maximale uitslag vertoont. Een aantal ferrietringen voorkomt dat storing van het lichtnet wordt medegemeten. Op deze methode wordt in een later te verschijnen nummer uitvoerig ingegaan.[10])

6. Toekomstige ontwikkeling

De snelle ontwikkeling van de relaties tussen de volkeren noodzaakt tot afspraken omtrent wederzijdse erkenning van elkaars keuringen. Men dient het daarbij niet alleen eens te worden over de limietwaarde, maar ook over de meetmethode, daar deze sterk gekoppeld zijn. Steeds meer zullen internationaal aanvaarde meetmethoden de eventueel bestaande nationale gaan vervangen. De ervaring leert, dat eigen onderzoek door naties in sterke mate tot deze harmonisering kan bijdragen.

Een apart gebied, zij het met sterke overeenkomst wat het meetinstrumentarium betreft, wordt gevormd door metingen aan militaire apparatuur. Het omvat in het algemeen een meer uitgebreid frequentiegebied en meer categorieën van storende en stoorbare apparatuur en meestal zijn scherpere limietwaarden in het geding. Een belangrijke bron van informatie

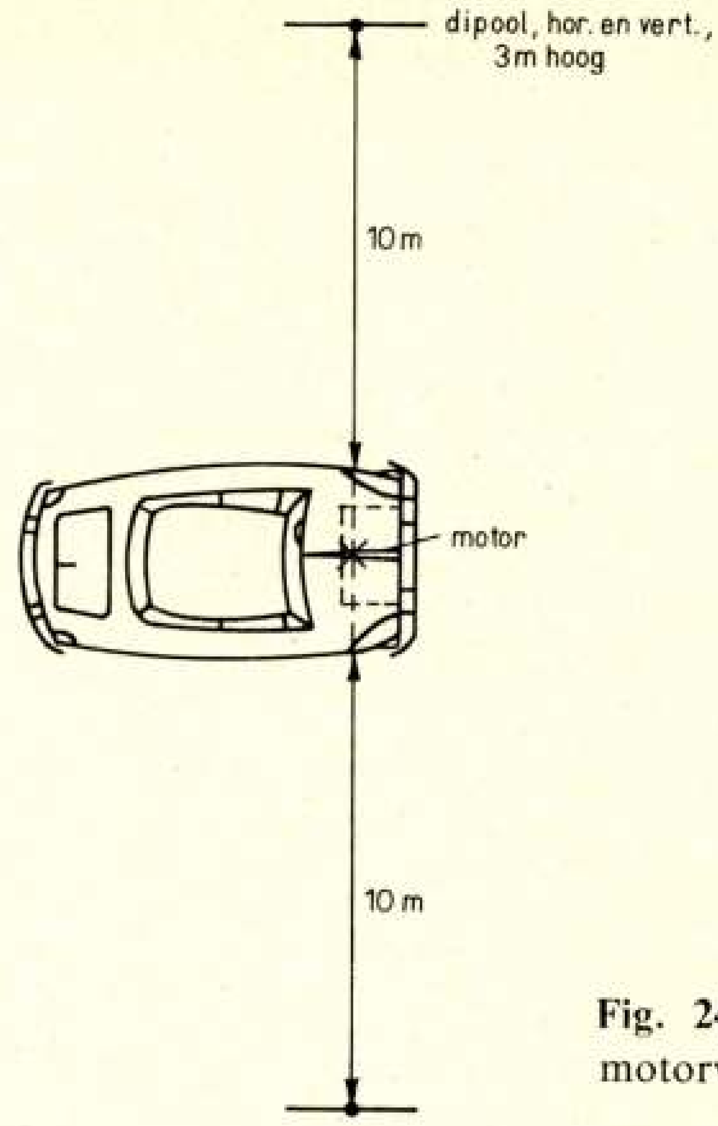


Fig. 24. Veldsterktemeting motorvoertuigen (40-250 MHz).

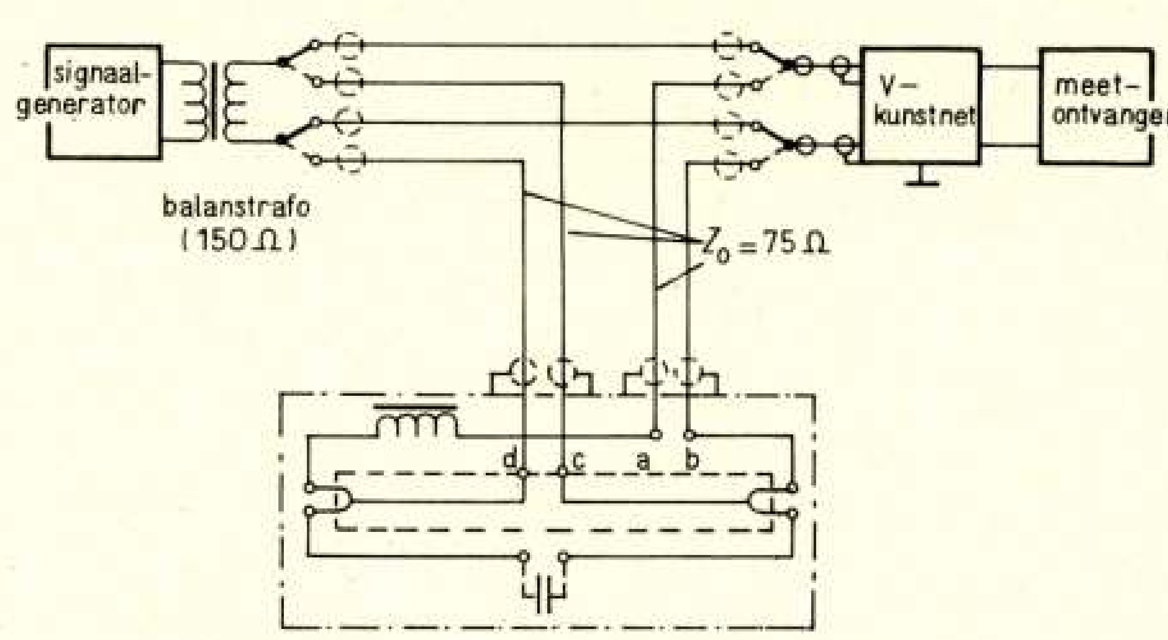


Fig. 25. Substitutiemeting aan fluorescentie-buishouders (150-1605 kHz).

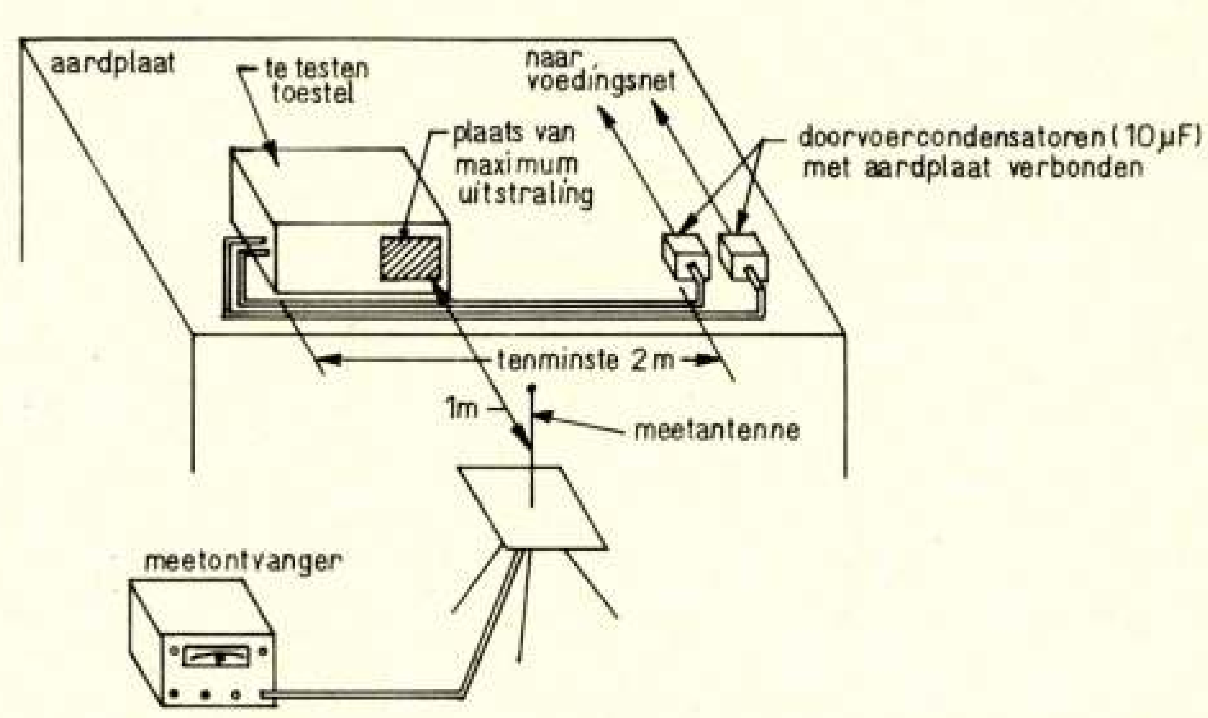


Fig. 26. Veldsterktemeting volgens MIL-STD 462 (0,15-30 MHz).

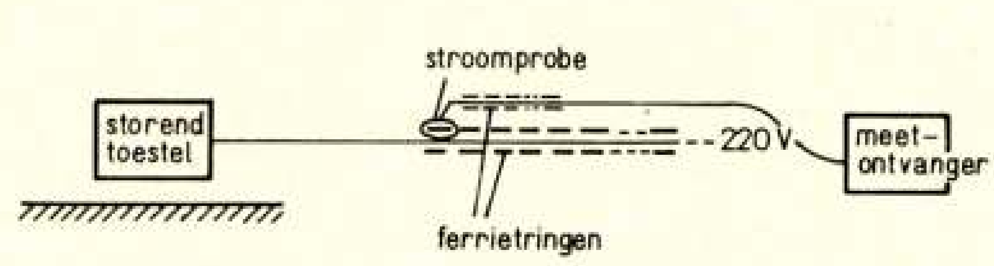


Fig. 27. Stroommeting kleine huishoudelijke apparaten (30-300 MHz).

[10]) Zie de voordracht van A. de Jong (nog te publiceren).

vormen de richtlijnen en voorschriften van het Amerikaanse Ministerie van Defensie [9].

Men streeft uiteraard naar automatisering in keuringsmetingen. Er zijn momenteel meetontvangers in de handel, waarbij met behulp van motoraandrijving de frequentiebanden automatisch worden afgezocht en de gemeten storing wordt uitgezet op een zgn. *X-Y*-recorder, waarin ook de limietwaarden zijn aangebracht. Een aanzienlijke besparing in tijd wordt hiermede bij routinemetingen mogelijk.

Bij gevoelige metingen zal het vaak nodig zijn een zgn. meetkooi toe te passen, een volledig door metaal afgeschermde ruimte, voorzien van zeer goede filtering van de lichtnetaansluitkabels. Bij veldmetingen boven 30 MHz binnen een dergelijke ruimte kunnen de velden sterk met de plaats in de kooi variëren en wordt de reproduceerbaarheid slecht. Daarom past men de laatste tijd zgn. elektromagnetisch-dode ruimten toe: afgeschermde ruimten, waarvan bovendien de wand bekleed is met materialen, die de HF-energie absorberen. Zij zijn tot nu toe slechts praktisch uitvoerbaar boven 100 MHz. De bouwkosten zijn relatief hoog.

Literatuur

[1] CISPR Publication 1 (met Amendment): Specification for CISPR radio interference measuring apparatus for the frequency range 0.15 MHz to 30 MHz.[11]).

[2] CISPR Publication 1A: First supplement to CISPR Publication 1.[11])

[3] CISPR Publication 2: Specification for CISPR radio interference measuring apparatus for the frequency range 25 MHz to 300 MHz.[11])

[4] CISPR Publication 2A: First supplement to CISPR Publication 2.[11])

[5] CISPR Publication 4: CISPR measuring set specification for the frequency range 300 MHz to 1000 MHz.[11])

[6] CISPR Publication 5: Radio interference measuring apparatus having detectors other than quasi-peak.[11])

[7] VDE 0876: Vorschriften für Funkstör. Messgerate. [12])

[8] VDE 0877 (Teil 1 en Teil 2): Leitsätze für das Messen von Funkstörungen.

[9] Military Standard MIL. STD-462 (31 July 1967): (Electromagnetic Interference Characteristics, Measurement of)[13])
in samenhang met:
MIL. STD-461 (31 July 1967): E.I. Characteristics, Requirements for equipment.
MIL. STD-463 (9 June 1966): E.I. Technology, Definitions and system of units.

[10] DAVID B. GESELOWITZ: 'Response of ideal radio noise meter to continuous sine wave, recurrent impulses and random noise', IRE Transactions RFI-3, no. 1, May 1961, p. 2 ... 11.

[11] R. M. SHOWERS: 'Electromagnetic Compatibility Measurements'. Proc. IEEE, Vol. 5, no. 6, June 1967, p. 1053 ... 1056.

[12] IEC Publication[11]) 106 (tevens NEN 10.106): Recommended methods of measurement of radiation from receivers for amplitude-modulation frequency modulation and television broadcast transmissions.

[13] IEC Publication 106 A (tevens NEN 10.106A): Supplement to 106.

[11]) CISPR documenten zijn verkrijgbaar bij: Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 1, Rue de Varembé, Genève, Zwitserland of bij Nederlands Normalisatie-instituut, Polakweg 5, Rijswijk.

[12]) VDE voorschriften zijn verkrijgbaar bij VDE-Verlag GmbH, 1 Berlin 12 (Charlottenburg).

[13]) Verkrijgbaar bij o.a.: National Standards Association Inc., 1321 Fourteenth Street, N.W.-Washington D.C.

Korte technische berichten

De controverse satelliet/kabel

Dit interessante onderwerp werd onlangs aangesneden in de openingstoespraak van een vergadering van de International Communication Association te New York. De spreker, T. B. Westfall, één van de directeuren van International Telephone and Telegraph, waarschuwde zijn gehoor dat de nadruk die thans op de satellietcommunicatie wordt gelegd de groei van het internationale berichtenverkeer in de komende tien jaar wel eens zou kunnen belemmeren in plaats van bevorderen. Het zou een ernstige fout zijn de zeekabels en de orthodoxe straalzenders af te danken in een tijd waarin men alle beschikbare systemen nodig heeft om aan de snel groeiende vraag naar economische en betrouwbare internationale verbindingen te kunnen voldoen.

Hij wees er op dat velen blijkbaar van mening zijn dat de ontwikkeling van de lange-afstandscommunicatietechniek zich in de komende jaren uitsluitend zal manifesteren in de satelliettechniek. In dit verband bracht hij de gang van zaken in herinnering na het in dienst stellen van de Poulsen-radioverbinding over de Stille Oceaan in 1912. Alle voorspellingen van de voorstanders van de radio zijn in de loop van de tijd uitgekomen op één na: de kabels liggen er nog steeds en worden nog gebruikt.

Communicatie met satellieten heeft drie nadelen: het gebrek aan ruimte (parking space), de beperkte frequentieband en de lange looptijd van de signalen. Voor wat betreft het eerstgenoemde nadeel merkte spreker op dat de in equatoriale banen lopende geocentrische satellieten slechts in staat zijn signalen te relayeren van de grondstations die zij kunnen 'zien'. Dat betekent dat voor het verwezenlijken van een bepaalde verbinding de satelliet zeer nauwkeurig 'geparkeerd' dient te worden. Zelfs indien men de huidige norm voor de onderlinge afstand van satellieten zou verkleinen moet men volgens de spreker rekening houden met zeer ernstige 'parkeerproblemen', wanneer nationale en regionale telefoonnetten, militaire verbindingsdiensten enz. via satellieten zullen gaan lopen.

De looptijd van de signalen, die voor de weg aarde-satelliet-aarde ongeveer 1/4 s bedraagt, schept bij datatransmissie ernstige problemen.

Natuurlijk hebben kabels ook hun nadelen. De spreker stelde dat de eerste telegraafkabels de komst van de radioverbindingen alleen maar hebben overleefd omdat zij zo duurzaam waren en al lang waren afgeschreven. De ontwikkeling van de coaxiaaltechniek en de steeds groter wordende vraag naar lange-afstandsverbindingen hebben ertoe bijgedragen dat de kabels weer meer toegepast werden

De spreker zei er van overtuigd te zijn dat de moderne inductiearme onderzeekabel in combinatie met onderwaterversterkers altijd een concurrent zal blijven van de satellietsystemen. De transmissiecapaciteit van kabels is zeer groot en men kan bovendien rekenen op een zeer lange levensduur.

De satelliet biedt vele voordelen indien hij wordt toegepast

in systemen voor de navigatie en de verkeersleiding van vliegtuigen. Ook wanneer binnen zeer korte tijd een bepaalde verbinding tot stand moet worden gebracht over moeilijk begaanbaar terrein of wanneer uitgestrekte maar dunbevolkte gebieden moeten worden voorzien van radio- en televisieprogramma's zal aan de satelliet de voorkeur worden gegeven.

Concluderend stelde de spreker dat geen van de beide communicatiesystemen volmaakt is. Voor elke situatie zal men nauwkeurig de voor- en nadelen van beide systemen moeten afwegen om voor dat speciale geval tot de beste keus te komen.

ITT-Persbericht nr. 305, 13 juni 1968.

Air-insulated beam-lead crossover

Naarmate geïntegreerde circuits complexer worden gaat het probleem van kruisende verbindingen op de 'chip' een steeds meer belangrijke rol spelen. In de meeste tot nu toe toegepaste technieken worden de kruisende geleiders gescheiden door een zeer dunne laag isolatiemateriaal. In dit materiaal komen zgn. 'pinholes' voor waardoor kortsluiting tussen de elkaar kruisende geleiders veroorzaakt kan worden. Naarmate het aantal kruisingen op een 'chip' toeneemt zal de kans op een dergelijke kortsluiting uiteraard stijgen.

Door de Bell Telephone Laboratories is een techniek ontwikkeld, de 'air-insulated beam-lead crossover'techniek, die de kans op kortsluitingen ten gevolge van 'pinholes' tot nul reduceert. In het kort verloopt het fabricageproces als volgt. Allereerst wordt op de onderste geleider van een kruising een laag zirkonium aangebracht. Vervolgens een laag koper en daaroverheen tenslotte de andere kruisende verbinding in goud. De koperen tussenlaag wordt nu weggeëtst waardoor tussen de geleiders een luchtspleet ontstaat. Doordat de laag zirkonium oxydeert wordt een extra isolatie verkregen.

De beide kruisende geleiders zijn op deze wijze van elkaar geïsoleerd door een luchtlaagje en een laag zirkoniumoxyde. Deze dubbele isolatie laat spanningsverschillen tot 200 V tussen de geleiders toe. Mocht door mechanische oorzaken de luchtspleet dichtgedrukt worden dan vormt de laag zirkoniumoxyde nog voldoende isolatie (tot 100 V).

Naast de zeer goede isolatie en het uitschakelen van kortsluitingen ten gevolge van 'pinholes' biedt deze techniek voorts als voordeel dat de capaciteit tussen de twee elkaar kruisende geleiders aanzienlijk wordt gereduceerd en dat mechanische spanningen ten gevolge van ongelijke thermische uitzettingen van de gebruikte materialen worden geëlimineerd. R.v.R.

Bell Laboratories Record, mei 1968.

Vijfjarig bestaan van de 'hot-line' Washington-Moskou

Het was 30 augustus 1968 vijf jaar geleden dat de directe verbinding tussen de regeringshoofden van de USA en de USSR, de zogenaamde 'hot-line', tot stand werd gebracht. Het denkbeeld hiervoor is voortgekomen uit een voorstel, dat door een Amerikaans tijdschrift aan de toenmalige regeringshoofden Eisenhower en Cruschchef in 1960 hiertoe werd gedaan. De Cubaanse crisis in 1962 vormde de aanleiding tot een spoedige realisatie van dit idee.

De 'hot-line' is in tegenstelling tot wat zeer vele mensen menen geen directe telefoonverbinding maar een telexverbinding. Zij loopt via luchtlijnen en kabels van Washington via London, Kopenhagen, Stockholm en Helsinki naar Moskou en is 24 uur per dag beschikbaar. Wanneer een van beide staatshoofden met zijn partner in verbinding wenst te treden zendt de dienstdoende telexist een oproep uit vergezeld van gegevens betreffende instelling van de zend- en ontvangapparatuur. Het over te seinen bericht wordt in een ponsband vastgelegd, toegevoerd aan codeerapparatuur en vervolgens overgeseind. v.R.

ITT Persbericht nr. 325, 12 september 1968.

Varia

Internationaal colloquium 'la Téléinformatique'

Voorafgaande aan de 'Salon des composants' wordt van 24 maart tot 28 maart 1969 in het Conferentiegebouw van de UNESCO te Parijs een internationaal colloquium georganiseerd met als titel 'la Téléinformatique'. Het programma vermeldt de volgende onderwerpen:

1. Problèmes liés a la transmission (Modem)
2. Terminaux
3. Equipements de commutation des circuits et des messages
4. Structure et conditions d'utilisation des réseaux; systèmes de gestion intégrée
5. Aspects économiques.

Voor nadere inlichtingen wende men zich tot: Service des Relations Extérieures de la FNIE, 16 Rue de Presles 75-Paris 15e.

Uit het NERG

Administratie van het NERG: Postbus 6108, Den Haag.
Giro 94746 t.n.v. penningmeester NERG, Den Haag.
Secretariaat van de Examencommissie-NERG: van Geusaustraat 151, Voorburg.

Ledenmutaties

Voorgesteld lid:
Ir. P. van Wouwe, Oosteinde 171, Delft.

Nieuw lid:
Ir. J. J. Visser, Jac. van Beierenlaan 31, Delft.

Nieuwe adressen van leden:
Ir. J. W. Coenders, Ganzetongstraat 4, Valkenswaard.
Ir. L. D. J. Eggermont, Schutterlaan 64, Eindhoven.
Ir. J. W. Ero, 22 Cavendish Gardens, *Redhill, Surrey*, England.
Ir. L. G. M. Muijen, Dercksenstraat 18, Gouda.
K. Nienhuis, Beeklaan 76, Noordwijk-Binnen.
Dr. Ir. L. Ongkiehong, Fresiaplein 7, Wassenaar.
Ir. G. G. M. Pappot, U.N. Development Program, P.O. Box 5, Kabul (Afghanistan) via Moskou (USSR).
H. Sanders, Landregestraat 1, West Souburg, Gem. Vlissingen.
Ir. A. D. J. Uurbanus, Thorbeckelaan 495, Den Haag.
Ir. J. A. Verhoef, Hub. v.d. Clusenstraat 5, Waalre (N.B.).

Overleden:
E. H. Boeringa, Rading 68, Nieuw-Loosdrecht.